Prof. L. V. NICOLAI
Prof. di Oto Rino Laringologia della R. Università di Pavia
Direttore proprietario dello Istituto Nicolai
Milano — S. Celso, 1
Consulente della Sezione Aeroterapica
delle Terme di Salice (Voghera)

17

Valore della cura inalatoria delle vie del respiro

(Parte fisico-meccanica)

Comunicazione fatta al XIV.° Congresso della Società Italiana di Oto Rino Laringologia (Roma Ottobre 1911).





SIENA
TIP. EDITRICE S. BERNARDINO
—
1911

Valore della cura inalatoria delle vie del respiro

(Parte fisico-meccanica)

Prof. L. V. NICOLAI
Prof. di Oto Rino Laringologia della R. Università di Pavia
Direttore proprietario dello Istituto Nicolai
Milano — S. Celso, 1
Consulente della Sezione Aeroterapica
delle Terme di Salice (Voghera)

Valore della cura inalatoria delle vie del respiro

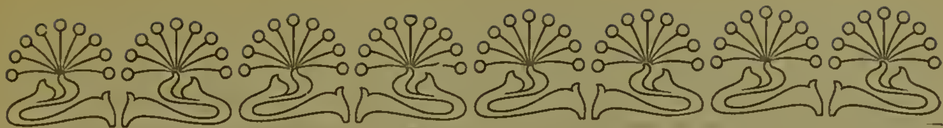
(Parte fisico-meccanica)

Comunicazione fatta al XIV.° Congresso della Società Italiana di Oto Rino Laringologia (Roma Ottobre 1911).





SIENA
TIP. EDITRICE S. BERNARDINO
—
1911



VALORE DELLA CURA INALATORIA DELLE VIE DEL RESPIRO



Parte fisico-meccanica

Il tema proposto dai Colleghi fu giustamente affidato a diversi collaboratori perocchè per svolgerlo in modo appena sufficiente non poteva bastare e il limite fissato di un biennio e l'attività di un sol relatore. D'accordo quindi coi Colleghi, io mi sono assunto l'incarico di svolgere la parte fisico meccanica della questione lasciando agli altri correlatori la parte clinica sperimentale.

La terapia inalatoria usata in modo empirico e affidata a personale non tecnico suscitò nel ceto medico ammiratori e detrattori a seconda che i risultati che si ottenevano erano favorevoli o contrari ai desideri dei clienti e dei medici curanti. Nè è da meravigliarsi che si potessero avere effetti così diversi quando si consideri che le cure vengono istituite in Istituti privati, ove il principio fondamentale è dato dalla speculazione e ove gli ammalati non possono servire a un campo di serena e scientifica osservazione. Difatti in tali ambienti si cerca di non disturbare il cliente, di non urtare la suscettibilità dei colleghi, che molte volte stanchi e annoiati dalle

continue e invariate lamentele dei pazienti non trovano di meglio che indirizzarli in qualche luogo di cura senza neppur conoscerne le qualità terapeutiche e senza indicare agli ammalati le modalità che devono eseguire. Per queste ragioni si comprende come molti pazienti possano giustamente lagnarsi o della inefficacia o dei danni avuti dalla cura aeroterapica eseguita. Queste lamentele si andranno sempre ripetendo sino a che la terapia inalatoria non abbia assunto un indirizzo scientifico e sino a che non sarà possibile e reso obbligatorio, per l'igiene e la profilassi delle malattie infettive, un controllo e una sorveglianza fatta da persone tecniche e competenti le quali abbiano ampia libertà di accettare o respingere gl'infermi accorsi agli stabilimenti aeroterapici. Solo in questo modo, oppure allorquando le nostre cliniche saranno fornite dei mezzi necessarii per attuare delle complete cure inalatorie, si potranno raccogliere delle osservazioni cliniche che servano di norma al medico generico e allo specialista nella cura delle forme patologiche che colpiscono le prime vie del respiro.

Da molti anni mi occupo di aeroterapia e ho osservato che alcuni liquidi possono essere suddivisi in piccole particelle che restano per lungo tempo sospese nell'aria formando negli ambienti chiusi una nebbia più o meno fitta, mentre invece con altri liquidi non si riesce ad ottenere la formazione della nebbia sebbene e gli strumenti usati per suddividere il liquido e la pressione e la temperatura e lo stato igrometrico dell'ambiente si mantengono uguali.

Questo fatto mi ha indotto a pensare che per svolgere in modo conveniente il tema proposto sul valore della cura inalatoria nelle malattie delle vie del respiro fosse necessario studiare le qualità fisiche molto diverse da un liquido ad un altro, come pure i rapporti tra i diversi liquidi e l'aria, allo scopo di ricavare dei dati che potessero tornare utili nelle applicazioni terapeutiche.

Non ho creduto conveniente nè avrei potuto occuparmi della composizione chimica delle diverse acque, perocchè ognuna di queste è sempre accompagnata da un dettagliato e diligente esame fatto da persone competenti nel quale è stabilita almeno la presenza delle diverse parti costituenti i liquidi medicamentosi.

Coi scarsi mezzi che avevo a mia disposizione e con cognizioni di fisica incomplete ed elementari, non avendo potuto trovare persona tecnica che mi coadiuvasse in tale lavoro, ho tentato di fare del mio meglio per raggiungere lo scopo che mi era prefisso.

I trattati di fisica anche recenti da me esaminati, non fanno alcun cenno alla aeroterapia, trovai solo qualche dato nelle guide delle stazioni balneari e solo ultimamente comparvero i lavori di Gradenigo-Stefanini, di Lasagna e di Ambrosini che hanno un indirizzo scientifico; essi considerano il modo con cui possono essere introdotti i liquidi medicamentosi nelle vie del respiro e riferiscono delle esperienze eseguite su animali; in questi pregiati lavori però non è stato preso in considerazione il fattore molto importante che riguarda le qualità fisiche dei liquidi. Nella mia relazione cercherò di accennare in modo schematico ai risultati ottenuti studiando i diversi liquidi da questo punto di vista: i miei studi potranno essere corretti, controllati e completati da persona di competenza speciale; io però nutro la speranza che la via tracciata nelle mie ricerche possa servire d'indirizzo ad altri lavori più completi e di maggior valore. Era mio desiderio studiare anche il problema della radio-attività dei diversi liquidi, ma e la mancanza di tempo e la difficoltà di potermi procurare il materiale, in condizioni adatte per un tal genere di ricerche, m'indussero a rinunciare a malincuore a questo ordine di indagini che forse avrebbero potuto fornire dei dati preziosi.

Questa parte della relazione sarà meno brillante delle altre svolte dai miei colleghi e perchè io non posso arbitrarmi a delle conclusioni assolute dai pochi esperimenti fatti e perchè, a rendere più facile l'interpretazione dei fenomeni da me osservati, ho creduto conveniente riassumere alcune nozioni delle proprietà fisiche dei corpi, che a mio giudizio è necessario aver presente alla memoria, ma che però rendono lo sviluppo dell'argomento arido e poco simpatico.

Suddividerò il mio lavoro in 3 parti:

La prima comprenderà *le proprietà generali fisiche dei corpi.*

La seconda riguarderà i *mezzi diversi usati dai tecnici nella aeroterapia delle vie respiratorie.*

La terza riassumerà le *osservazioni fatte per dimostrare il*

modo di comportarsi dei diversi liquidi sotto l' azione delle diverse energie usate.

Io credo che questi studi possano riuscire utili pel fatto che essi forniscono dei dati che servono a stabilire a priori quali sieno le sostanze medicamentose naturali o artificiali preferibili per le cure aeroterapiche e nello stesso tempo indicano quali siano i mezzi meccanici più adatti per ridurli allo stato di finissimo spezzettamento affinchè esse possano penetrare nelle cavità nasali, auricolari, faringolaringee e broncopolmonari senza che abbiano ad essere modificate nella loro composizione chimica originaria.

PARTE PRIMA

Proprietà fisiche generali dei corpi : — Questa parte comprende :

1) Le proprietà generali dei corpi
2) Le azioni delle mollecole dei liquidi tra di loro
3) L' evaporazione dei liquidi, l' ebollizione e lo stato igrometrico
4) I caratteri fisici dei corpi gazosi
5) Le leggi della rifrazione semplice della luce.

Proprietà generale dei corpi

Tra le particelle elementari componenti i corpi esistono delle attrazioni che agiscono a piccolissima distanza. Queste forze mollecolari sono denominate *coesione e adesione.*

La *coesione* è l' attrazione che si esercita tra le mollecole di un medesimo corpo per cui esse si tengono unite e oppongono una resistenza al loro distacco. Dalla varia intensità di questa forza dipendono i tre stati fisici di aggregazione, grandissima nei solidi, quasi nulla nei gas, nei quali le loro mollecole tendono a scostarsi cioè a espandersi. Nei liquidi havvi pure coesione tra le loro particelle, le piccole masse dei liquidi si raccolgono sotto forma sferica in piccole goccie e per poterne disegregare le mollecole si richiede un notevole sforzo meccanico.

La *adesione* è l' attrazione che si esercita tra le mollecole di due corpi distinti e posti a intimo contatto. Si può calcolare l' adesione tra liquidi e solidi stabilendo lo sforzo necessario per determinare il distacco di due corpi aderenti.

Divisibilità : Tutti i corpi possono essere suddivisi in parti sempre più piccole, questa divisibilità può essere spinta sino

ad un punto che non si può a priori fissare. Il pulviscolo atmosferico è sospeso nell' aria per la grande leggerezza che hanno le singole particelle: i liquidi fatti passare attraverso a piccolissimi fori, sotto forte pressione, si riducono in un vero pulviscolo liquido. Se il liquido usato contiene in soluzione una sostanza, nelle piccole particelle del pulviscolo liquido si trova una minima quantità della sostanza sciolta che resta quindi suddivisa in una tenuità straordinaria; se esaminiamo al microscopio una soluzione salina satura filtrata, noi non riusciamo a vedere il sale sciolto. Se la soluzione satura si raffredda o evapora, per la diminuita quantità del solvente e per l'abbassarsi del coefficiente di saturazione, dovuto al raffreddamento, una certa quantità del sale sciolto si separa dal liquido. Se tali fenomeni si compiono lentamente e tranquillamente le piccole quantità di sale acquistano forme geometriche a faccie piane dette cristalli.

Tutti i liquidi sono dotati di una certa *fluidità* e cioè: le singole parti componenti possono scorrere più o meno liberamente le une sulle altre. La *viscosità* è pure una proprietà commune a tutti i liquidi e consiste in una data resistenza interna che ostacola i liberi spostamenti dei singoli elementi gli uni sugli altri. In alcuni liquidi la viscosità è tante grande da poterla paragonare a quella del vischio, in altri invece è molto tenue, di guisa che le loro particelle obbediscono alle azioni esterne come se fossero perfettamente scorrevoli.

Il diverso stato di aggregazione dei corpi non implica quindi una sostanza diversa così, il ghiaccio, l'acqua, il vapore, il pulviscolo liquido, dimostrano come una sostanza possa assumere quattro stati diversi col variare delle diverse circostanze.

2) **Azione delle mollecole dei liquidi tra di loro.** — Le leggi su esposte perdono del loro valore allorquando la massa del liquido è ridotta a minime proporzioni, oppure quando una delle sue dimensioni diventa minima. Ogni mollecola, facente parte di un liquido, ha un'azione sulle altre mollecole vicine che si limita a piccolissime distanze detta *sfera di attività mollecolare*. Il raggio di questa sfera di attività rappresenta la distanza massima a cui può agire la coesione ed è variabile colla natura delle sostanze e col loro stato fisico.

Se si considera una mollecola situata alla superficie piana di un liquido, in questa viene a mancare una parte delle azioni mollecolari efficaci che corrispondono alla calotta sferica superiore mancante, mentre permangono quasi uguali le azioni efficaci delle altre parti della mollecola immersa nel liquido. La parte di mollecola situata al lato opposto della calotta sferica mancante, spiegherà quindi un'azione più energica e sarà maggiore di quella esercitata in altri sensi.

Le mollecole dello strato superficiale di un liquido vengono quindi ad essere sottoposte a una forza di coesione che le dirige verso l'interno del liquido. Questa forza di coesione tende a ridurre il più possibile l'estensione dello strato superficiale e esercita una pressione che varia a seconda della forma dello strato superficiale dei liquidi; maggiore nelle superfici convesse, minore nelle superficie concave paragonate alla pressione esercitata sulle superficie piane. Per effetto dell'attrazione mollecolare che tiene unite tutte le mollecole superficiali si ammette che esiste una *tensione dello strato superficiale dei liquidi,* la quale spiega un'azione paragonabile a quella di una sottilissima membrana elastica tesa sulla superficie liquida. La teoria della tensione superficiale dei liquidi è basata solo sulla analogia che esiste tra le proprietà dello stato superficiale di un liquido e quelle di una membrana elastica tesa. Questa teoria però manca di una base scientifica solida che la spieghi. Difatti alcuni fisici ammettono che la struttura intima dello stato superficiale sia diversa da quella degli strati profondi e credono che la densità sia aumentata, altri invece sostengono che la densità sia diminuita. Questa teoria però, convalidata da numerose e rigorose esperienze che dimostrano l'esistenza della tensione superficiale dei liquidi, permette ai fisici di comprendere e di dare la spiegazione di numerosi fenomeni. Merita ricordare il modo di comportarsi di una goccia liquida che esce da un tubo capillare; la goccia si gonfia progressivamente come se fosse contenuta in un piccolo sacco elastico la di cui tensione diminuisca man mano che la goccia cresce. Quando la goccia è diventata molto voluminosa e il suo peso sorpassa la componente normale della tensione superficiale, essa si strozza nella sua parte superiore e finisce collo staccarsi rompendosi secondo una circonferenza che è

quasi uguale a quella del foro di uscita del tubo. Con una bolla di sapone si dimostra una specie di contrattilità del liquido; la bolla si riduce di volume allorquando si lascia aperta l'uscita dell'aria dal cannello col quale è soffiata la bolla.

Diversi sono i modi usati per calcolare il valore della tensione superficiale di un liquido; il più conosciuto è quello della bilancia mediante la quale si calcola il peso in milligrammi, per ogni millimetro di lunghezza, che si devono aggiungere per ottenere che i due bracci della bilancia si trovino in equilibrio, dopo che erano stati spostati dalla adesione di due strati liquidi formati in due anelli di cui l'uno sottoposto e l'altro sospeso al piatto della bilancia. L'acqua ha milligrammi 7,923, il mercurio 35,785, l'alcool 2,585, l'etere 1,971.

Altro modo per calcolare la tensione superficiale. Quando una goccia è in equilibrio sotto la sua tensione superficiale, ha una forma sferica; se essa viene leggermente deformata torna ancora sferica per un moto vibratorio attorno alla sua forma sferica. Questa oscillazione della goccia sferica serve a determinare la tensione superficiale di un liquido dalla durata di vibrazione che si misura colla fotografia istantanea.

Collo stalagmometro di Traube si calcola pure la tensione superficiale dei liquidi dal numero delle goccie che cadono da un tubo di vetro capillare la cui estremità inferiore presenta una superficie circolare di determinate dimensioni. Il tubo capillare presenta una rigonfiatura a bolla; al di sopra e al di sotto della bolla, sulle pareti del tubo, sono segnate apposite graduazioni, di cui le mediane sono circolari, esse indicano la quantità di liquido contenuto nella bolla e nel tubo capillare. Aspirato il liquido da esaminare nel tubo in modo che superi le divisioni segnate al di sopra della bolla, si lascia fuoruscire il liquido lentamente finchè il menisco arriva esattamente alla divisione circolare superiore del tubo; si deterge la superficie di sgocciolamento del liquido strisciandola col margine di una capsula (non con carta o pezzuola), indi lasciando aperto il foro superiore del tubo, si lasciano cadere le goccioline contandole sino a quella compresa che si stacca quando il menisco arriva alla divisione circolare inferiore o immediatamente sotto o sopra. Coll'aiuto delle divisioni segnate sopra o sotto la bolla si possono valutare le frazioni di

goccia da $^{5}/_{10}$ a $^{1}/_{100}$. La superficie di distacco della goccia deve essere priva di grasso: si devono evitare nei liquidi aspirati la presenza di qualsiasi bolla d'aria e tutte le scosse che possono produrre una prematura caduta della goccia: le goccie devono cadere con una certa lentezza e in un minuto non ne devono cadere più di venti. Il numero delle goccie per l'acqua distillata ad una determinata temperatura, è inciso su ciascun apparecchio. La temperatura ambiente influisce sul numero delle goccie e si calcola che a ogni aumento di 5 gradi centigradi corrisponde l'aumento di una goccia per cento.

La tensione superficiale può essere rappresentata dal numero delle goccie del liquido in esame messo in confronto con quello dell'acqua, impiegando sempre lo stesso stalagmometro, eseguendo conteggi ripetuti i quali ordinariamente danno variazioni che non superano mai al massimo i due noni di goccia (Traube). Quando si vuole calcolare in centimetrigrammi, il valore della tensione superficiale del liquido di prova e cioè quando si vuole conoscere la forza necessaria per rompere una sottile pellicola di liquido tesa su un centimetro quadrato, forza che chiameremo G, dobbiamo servirci della seguente formola, facendo prima la riduzione del numero delle gocciole come se la numerazione fosse fatta a quindici gradi centigradi. $G = 7.30.\ S.\ \frac{Z\ W}{Z}$ dove G rappresenta la tensione superficiale in centigrammi; 7,30 è un valore costante; S il peso specifico; Z W il numero delle goccie dell'acqua distillata, Z il numero delle goccie del liquido in esame. Essendo lo stalagmometro di Traube usato della capacità di goccie 53,8 di acqua distillata a quindici gradi e il peso specifico dell'acqua 1, si avrà il valore della tensione superficiale di tale liquido eseguendo le operazioni indicate nella formola

$$G = 7,30\ .\ 1.\frac{53.\ 8}{53,8} = 7,30.$$

3) **Evaporazione dei liquidi — Igrometria — Ebollizione** — Certe molecole dei liquidi situate alla loro superficie sono animate di un movimento verso l' esterno per l' esistenza di un'energia interna, e riescono ad uscire dalla sfera di azione mollecolare, si separano dal liquido vincendo la forza di coe-

sione. Queste mollecole entrano in collisione con quelle che incontrano nel nuovo mezzo (aria) e alcune sono rigettate nel liquido, altre restano sospese all' aria, in tal caso l'*evaporazione* si effettua lentamente. Per questo fenomeno nell'aria che incombe sopra i liquidi si forma uno strato di vapore proprio del liquido. *Il limite di evaporazione* è raggiunto quando la quantità di mollecole che si staccano dalla superficie del liquido è eguale al numero delle mollecole che ritornano nel liquido. In questo caso si dice che il vapore *è saturo.* Nell' aria sino all' altezza di 15 chilometri sul livello del mare, havvi una quantità di vapore acqueo variabile colla temperatura, l' altitudine, la distanza dai mari e colla presenza o meno dei venti. La evaporazione di un liquido si effettua a tutte le temperature, però per ogni sostanza havvi una temperatura al di sotto della quale l'evaporazione non ha più luogo. Facendo evaporare il liquido in una camera barometrica si osserva che mentre il liquido scompare, la colonna di mercurio discende. Questa esperienza prova: 1) la facile evaporazione del liquido nel vuoto. 2) Che il vapore originato ha una certa tensione. Aggiungendo nuovo liquido si giunge a un punto in cui esso non evapora più, e il mercurio non discende perchè la quantità di vapore che può riempire un determinato spazio a una data temperatura, non può oltrepassare un certo limite al quale corrisponde la *tensione massima del vapore.* Questo valore è costante per quel determinato liquido e grado termometrico. Lo spazio occupato dalla tensione massima del vapore dicesi saturo di quel vapore, e il vapore si dice allo stato di saturazione. A ogni diminuzione di volume dello spazio evaporante, una parte del vapore ritorna liquido. A ogni aumento di volume di detto spazio, se il vapore è in contatto con del liquido residuo, si determina una nuova evaporazione, però in questi cambiamenti di volume dello spazio evaporante, la tensione del vapore resta sempre la medesima. Se invece aumenta la temperatura, il valore della tensione massima di un vapore saturo, in contatto del proprio liquido, aumenta.

Le leggi esposte sulla evaporazione nella camera barometrica non subiscono variazioni, se si considera questo fenomeno come avvenuto nell' atmosfera; solo si produce con maggiore lentezza. La massa di un liquido che evapora (velocità di evaporazione) è

1) direttamente proporzionale alla differenza tra la tensione massima del vapore saturo (alla temperatura del liquido) e quella che presenta il vapore esistente nell'aria sovrastante.

2) direttamente proporzionale all'estensione della superficie evaporante.

3) inversamente proporzionale alla pressione atmosferica.

La presenza del vapore acqueo nell'atmosfera è dimostrata, sia dalla precipitazione del vapore alla superficie dei corpi freddi sotto la forma di rugiada, sia dall'aumento di peso che presentano certe sostanze dette deliquescenti allorquando restano esposte all'aria. Se il vapore di acqua atmosferico è vicino al suo punto di saturazione, basta un debole abbassamento di temperatura per determinarne una precipitazione parziale; in queste condizioni si dice che l'*aria è umida*. Quando il vapore atmosferico è lontano dal suo punto di saturazione, è necessario un forte abbassamento di temperatura perchè si operi la condensazione. In questi casi si dice che l'*aria è secca*. Ammessa la tensione esistente nell'aria sia di 12.5 m m. e la temperatura 13 gradi, secondo le tavole indicanti la tensione massima del vapore acqueo grado per grado, si vede che basta l'abbassamento di un grado perchè una porzione di vapore precipiti e l'aria diventi molto umida. Se invece si ha la stessa tensione di 12,5 mm. ma la temperatura è a 20 centigradi, bisogna che la temperatura si abbassi di 5 gradi per avere una condensazione; in questo secondo caso l'aria è molto secca. Il grado di umidità dell'aria non dipende quindi dalla tensione assoluta del vapore acqueo, ma da un rapporto che esiste tra questa tensione e la tensione massima alla medesima temperatura, questo rapporto è detto stato igrometrico dell'aria.

Coll'aumento della temperatura e dell'energia mollecolare dei liquidi viene favorito l'aumento del numero di mollecole che si sollevano a cui si oppone la forza di coesione del liquido.

Allorquando un liquido viene riscaldato, una parte del calore ceduto serve all'elevazione della temperatura e si estrinseca con un aumento del movimento di traslazione o rotazione delle mollecole; una seconda parte molto piccola serve alla produzione di lavoro esterno di dilatazione dei liquidi; la terza parte è destinata al lavoro interno dei liquidi e consiste: 1) di

un lavoro di separazione delle mollecole del liquido le une dalle altre. 2) Nella separazione delle parti costituenti le mollecole composte. 3) Nello spostamento degli atomi o gruppi di atomi di cui si compone la singola mollecola.

La ebollizione è una produzione rapida di vapore: comincia a una temperatura che varia colla natura del liquido e colla pressione atmosferica. La forza elastica del vapore di un liquido bollente è uguale alla pressione esterna che si esercita sulla sua superficie.

Perchè la ebollizione di un liquido si determini e continui, è necessario che nell' interno del liquido vi siano delle bolle di aria, dalle quali possono partire le bolle di vapore. Le bolle di aria si trovano aderenti alle parti solide dei recipienti, una bolla di aria, della grossezza di una capocchia di spillo, basta a mantenere in ebollizione dell'acqua in un tubo per 24 ore, ed è stato calcolato che il numero delle bolle sviluppato in questo tempo è di circa mezzo milione. Si può quindi dire che la ebollizione di un liquido non è altro che una rapida evaporazione alla superficie delle bollicine gassose che si trovano insieme al liquido. Ogni bolla di vapore trascina con se una piccola quantità di aria continuamente decrescente. Un centimetro cubo di acqua ridotto in vapore occupa, sotto questo nuovo stato, un volume di 1700 centimetri cubi.

Il fenomeno opposto alla ebollizione è la *condensazione* e cioè il passaggio dei liquidi dallo stato gassoso allo stato liquido. La condensazione del vapore può essere dovuta al raffreddamento, alla compressione, e alla affinità chimica. La condensazione per raffreddamento, nell'atmosfera ordinaria, all'inizio non è completa e si dà a questo stato del vapore il nome di *vapore semicondensato*, oppure di *vapore allo stato vescicolare*, nome che non viene ammesso da tutti i fisici. Tale stato di vapore è appunto quello che si forma al di sopra di un vaso contenente acqua che venga riscaldata; il vapore che si solleva, avendo una temperatura superiore a quella dell' aria, si condensa. È vapore allo stato semicondensato, o allo stato vescicolare, quello che sfugge dalle aperture di un generatore di vapore, specie quando questo è ad alta pressione. Di solito si dà a questo corpo il nome di vapore, la denominazione è impropria perchè il vapore sotto piccolo spessore è trasparente e invisibile come l'aria, mentre invece quando è semiconden-

sato, è bianchiccio, lattescente a seconda della pressione della temperatura e dello stato igrometrico dell' atmosfera nella quale si scarica.

4) **Caratteri fisici dei corpi gassosi** — L'aria è il tipo dei gas i quali oltre le proprietà comuni ai liquidi, fluidità, peso, elasticità, hanno anche la compressibilità e la espansibilità. Allorquando l'aria è compressa rapidamente, sviluppa calore; nell' aria esiste una determinata quantità di vapore acqueo evaporato che varia a seconda della temperatura e della pressione; un metro cubo di aria, al massimo di saturazione, può contenerne gr. 12,76 alla temperatura di 15° c. Allorquando colla compressione si riduce il volume di un M. c. di aria a 1 decimetro cubo, l'acqua contenuta nel metro cubo non può restare sospesa nel volume di aria più piccolo e si condensa, e cioè sul fondo dei recipienti o nei tubi, nei quali l' aria viene compressa, si raccoglie la quantità di liquido in eccesso. Facendo uscire nell' atmosfera l' aria compressa, essa, essendo priva di acqua e ad una temperatura superiore dell'ambiente, sottrae dall' aria atmosferica una quantità di vapore acqueo che questa contiene per mettersi allo stesso grado di igroscopicità, e in tal modo fa abbassare lo stato igrometrico dell' ambiente.

È noto che un corpo sospeso nell' aria cade con un moto uniformemente accelerato, tale legge ha valore assoluto se si praticano le osservazioni nel vuoto; nell' aria invece il movimento viene perturbato dalla resistenza che questa oppone. La resistenza *del mezzo* è quella opposta al mobile dalla inerzia del fluido entro al quale si muove. La resistenza è proporzionata al quadrato della velocità e all' area della sezione massima del corpo presa normalmente alla direzione del moto. Se un corpo si muove con una velocità doppia di un altro, percorrendo nello stesso tempo uno spazio doppio, sposterà un numero doppio di mollecole, e communicherà a ciascuna di esse una velocità doppia; la sua perdita di velocità sarà quattro volte maggiore di quella fatta da un altro corpo. A seconda della forma del corpo, varia la resistenza opposta all' aria la quale è minima per i corpi acuminati, maggiore per i corpi sferici, più forte ancora per i corpi emisferici colla superficie concava rivolta in basso. Per queste leggi il pulvi-

scolo atmosferico, come pure le piccole goccioline di vapore acqueo che costituiscono le nebbie e le nubi restano sospese nell'aria. La sospensione delle nubi, è dovuta a molte cause. Le correnti ascendenti che predominano durante il giorno tendono a spingere le nubi in alto mentre invece di sera, coll'attenuarsi di tali correnti, le nubi ritornano al basso. Alcune volte le nubi cadono, ma giunte a uno strato di aria più calda e non satura, si evaporano, di guisa che si vedono le nubi consumarsi nella loro parte inferiore che assume una forma rettilinea, indi a poco a poco scompaiono. Il calore del sole penetrando nella massa delle nubi le dilata a tal punto che si forma un insieme composto di goccioline, separate dall'aria calda satura, le quali hanno una densità minore di quelle dell'aria. La condensazione del vapore contenuto nell'aria è dovuta e al raffreddamento e all'incontro di due masse gazose non sature a temperature diverse. Come per la regolare trasformazione dell'acqua in vapore è necessaria la presenza di qualche particella gazosa nel suo seno, così per favorire la condensazione del vapore acqueo nell'aria, è utile la presenza di piccole particelle di pulviscolo sospese nell'aria. La mancanza del pulviscolo ritarda la condensazione sino a temperatura più bassa del normale.

È bene ricordare che il nome di *nebbia secca* viene dato scientificamente al fenomeno dovuto a ceneri, di una grande tenuità, che restano sospese nell'atmosfera che sovrasta i vulcani o i grandi incendi.

5) **Leggi della rifrazione semplice della luce.** — Quando la luce passa da un mezzo trasparente in un altro nel quale abbia diversa velocità di propagazione, in parte si riflette sulla superficie di separazione dei due mezzi, e in parte penetra nel secondo mezzo deviando più o meno dalla direzione primitiva. La deviazione che subisce la luce nel passare da un mezzo ad un altro, nel quale abbia diversa velocità, si chiama *refrazione*. Il raggio che viene a colpire la superficie di separazione dei due mezzi, si dice *incidente*. Il raggio che penetra nel mezzo e che si allontana più o meno dalla direzione del raggio incidente, si dice *raggio refratto*. Facendo cadere sulla superficie di separazione dei due mezzi una perpendicolare che passi per il punto colpito dal raggio, l'an-

golo formato dal raggio incidente colla normale, si dice *angolo di incidenza*. L'angolo formato col raggio refratto è detto *angolo di refrazione*. Il raggio refratto si avvicina alla perpendicolare, per cui l'angolo di refrazione si fa tanto più piccolo ogni qualvolta la velocità della luce nel secondo mezzo è minore che nel primo o viceversa. Un raggio luminoso attraversando un prisma subisce una prima deviazione passando dall'aria nel corpo del prisma e l'angolo di refrazione è minore dell'incidente perchè la velocità della luce in questo mezzo è minore. Il raggio refratto giunto alla superficie interna dell'altro lato del prisma, passa nell'aria, e cioè in un mezzo ove può avere una maggiore velocità e forma un angolo di refrazione maggiore dell'angolo incidente.

La luce bianca proveniente dal sole o da un corpo solido incandescente passando attraverso un prisma non solo è deviata, ma *decomposta* in molte specie di luci diversamente colorate che hanno i colori dell'arco baleno. Questo fenomeno si dice *dispersione*, e l'immagine ottenuta si chiama *spettro solare*. I principali colori dello spettro sono sette: il violetto, l'indaco, il bleu, il verde, il giallo, l'arancio e il rosso. La dispersione è proporzionale all'angolo di rifrazione del prisma e l'estensione dello spettro è proporzionale al potere dispersivo della sostanza rifrangente.

PARTE SECONDA

Mezzi diversi usati nella aeroterapia delle vie del respiro

Arduo mi riesce il compito di riassumere in modo sintetico i mezzi consigliati dai tecnici nella cura delle vie respiratorie dovendo limitarmi alla sola parte fisica dell'argomento. Per maggiore chiarezza nella esposizione suddividerò anche questa parte in diversi capitoli.

1) Stato fisico dei medicamenti usati.

2) Elenco delle energie usate.

3) Modificazioni apportate nei medicamenti dalle diverse energie.

4) Variazioni della pressione atmosferica.

5) Grado termico e igroscopico dei medicamenti.

Basterà l'esposizione dei titoli dei diversi capitoli per comprendere come lo svolgimento di questi argomenti in modo esauriente debba richiedere un tempo e una esposizione oltremodo lunga per una relazione. Mi limiterò a un indice sommario che potrà essere svolto e completato da quelle persone che si interessano di tali studi.

1) **Stato fisico dei medicamenti** — Gli stati fisici dei medicamenti usati si può dire che comprendono tutte e tre le forme, la *solida*, la *liquida* e la *aeriforme* come pure i loro stati intermedi *pulverolenti* e *nebbiosi*.

Medicamenti allo stato solido: Volendo trattare dei medicamenti usati allo stato solido accennerò ai medicamenti allo stato pulverulento amorfo o cristallino ottenuto con mezzi meccanici o chimici. Nei primi anni di vita della nostra specialità per la mancanza di tecnica e di strumenti adatti, il trattamento delle forme morbose delle vie del respiro, con

mezzi pulverulenti era molto usato per le cavità nasali, faringee, laringee e auricolari. In seguito però tale metodo di cura venne ristretto a un numero limitato di casi perocchè si era constatato che le polveri, specie se erano formate da una miscela di una parte di sostanze medicinali e varie parti di sostanze indifferenti, facilmente costituivano un ammasso che agiva come corpo straniero, e o impediva l' efflusso dei secreti, o poteva essere nucleo di formazione di incrostazioni specie nelle cavità anfrattuose del naso. Le miscele pulverulenti inoltre spiegano un'azione molto difficilmente graduabile. È noto che nelle soluzioni liquide tutte le mollecole contengono una tenuissima parte di medicamento che al contatto della mucosa spiega un' azione medicamentosa uniforme la quale può essere graduata a seconda del risultato che si desidera ottenere. Nelle medicazioni pulverulenti invece le parti che vengono in contatto col piccolo granulo di medicamento, risentono uno stimolo molto maggiore delle parti colpite dalla polvere indifferente, e lo stimolo è di grado uguale a quello che si ottiene usando il medicamento puro. Ne derivò quindi la logica conseguenza di una limitazione nell'uso delle medicine pulverulenti che vennero sostituite da quelle liquide.

Medicamenti allo stato liquido: Questi possono essere portati a contatto delle vie del respiro in modi diversi e cioè possono essere *versati*, *spinti* da apparecchi speciali e con mezzi diversi, *aspirati* o *portati* direttamente a contatto colla parte che si desidera modificare. Il primo metodo riguarda il gargarismo e le instillazioni nasali, faringee, laringee, tracheali e auricolari ; il secondo comprende le lavature col mezzo delle doccie, degli enema, degli schizzetti, dei palloni di gomma. Con questi mezzi si riesce ad asportare, convogliandole colla massa del liquido medicamentoso, le sostanze accumulate nelle diverse cavità, come pure ad estrarre i corpi stranieri in esse penetrati; in questo caso il liquido spiega una vis a tergo sui corpi, li smuove, e quindi li spinge all' esterno. È necessario tener calcolo anche dello stato di tonicità e della temperatura dei liquidi usati perchè non abbiano ad agire come irritanti della mucosa : le soluzioni quindi devono essere isotoniche col siero sanguigno ed a temperatura fisiologica. L' uso delle lavature tempo addietro era molto diffuso e nella cura delle

forme auricolari e nasali esso costituiva la parte fondamentale della terapia. A poco a poco anche questo mezzo venne usato con maggiore limitazione, sia perchè si è constatato il pericolo di poter con tali lavacri trasportare il germe infettivo da una regione infetta in una regione sana, sia perchè si osservò che gli epitelii vibratili rivestenti le cavità venivano danneggiati dall'azione dei liquidi, sia finalmente perchè colle lavature veniva modificato ed attenuato il potere difensivo, proprio dei secreti fisiologici, contro i germi più o meno patogeni che vengono di continuo ispirati dall'atmosfera. In questi ultimi tempi invece prese maggior diffusione il metodo di cura con medicamenti allo stato di nebbia.

Medicamenti liquidi allo stato di nebbia. — La suddivisione dei liquidi in piccolissime goccie ottenute con mezzi diversi, di cui mi occuperò in seguito, permette di portare in contatto delle mucose una miscela di goccioline ed aria, la quale ha il vantaggio di poter facilmente penetrare nei meati reconditi delle cavità anfrattuose, di non spiegare un'azione meccanica traumatica sulle mucose congeste e delicate e di limitare l'azione dannosa che hanno i liquidi sugli epitelii vibratili. Nella suddivisione dei liquidi si ha una mescolanza di goccie più voluminose con altre molto più fine. Le prime vengono spinte a una distanza minore delle seconde, le quali inoltre per la loro tenuità possono anche restare sospese nell'aria. Le medicazioni che si attuano con questo mezzo si dicono *spruzzature a getto diretto.*

Potendo disporre di mezzi di condensazione idonei e di liquidi adatti, si possono ottenere delle nebbie formate da gocciole così minute ad una tensione superficiale così forte da permettere a queste di penetrare attraverso le ultime diramazioni bronchiali sino agli alveoli polmonari, e ivi spiegare la loro azione medicamentosa. Collo stesso mezzo e usando apparecchi speciali detti *nebulizzatori* possiamo introdurre anche nella cassa del timpano le nebbie medicamentose tanto di liquidi fluidi come viscosi. Le nebbie ottenute con aria compressa a forte pressione e con liquidi adatti possono essere sottoposte ad una pressione di una o due atmosfere, come pure ad una discreta rarefazione senza che venga disturbato lo stato sferico delle piccole goccioline.

Medicamenti allo stato aeriforme. — Questo gruppo com-

prende l'*aria*, l'*ossigeno*, l'*ozono*, il *vapore acqueo* e i *vapori* di *sostanze balsamiche*. L'*aria* può essere usata alla pressione uguale, superiore o inferiore all'atmosferica. Nel primo caso la corrente dell'aria trascina e tiene sospeso le minutissime frazioni di liquido che si formano lasciandolo cadere da una determinata altezza. Il liquido si suddivide in piccolissime goccie sferiche paragonabili a quelle della nebbia.

L'aria compressa costituisce una forza che viene utilizzata in molti svariati modi a scopo aeroterapico, sia alla temperatura ambiente, oppure riscaldata. Essa è impiegata come mezzo per trasportare le sostanze medicamentose allo stato liquido, pulverulento o aeriforme a contatto della mucosa e come forza motrice.

L'aria rarefatta viene impiegata con vantaggio come mezzo di aspirazione dei secreti o prodotti infiammatori dalle diverse cavità che sono in comunicazione colle vie del respiro; serve anche a stabilire uno squilibrio di pressione sulle mucose di rivestimento delle cavità per favorire una congestione passiva più o meno duratura che contribuisce a modificare alcuni stati infiammatori cronici.

L'ossigeno è un gas che è destinato a portare notevoli vantaggi nel trattamento delle vie del respiro come pure nella cura di forme mediche generali. Sino ad ora la sua applicazione fu molto limitata e per il prezzo elevato e per la difficoltà che s'incontrava nel provvedersi tale gas. Col continuo perfezionarsi di mezzi di produzione, oggi possiamo usarlo con maggiore larghezza e senza pericolo mercè l'aiuto di appositi apparecchi che riducono la pressione del gas, compresso nei cilindri di acciaio, alla pressione desiderata.

L'ossigeno poi è impiegato nella preparazione dell'*ozono*. Questo gas ottenuto dall'ossigeno è privo di vapori nitrosi che esistono invece nell'ozono preparato coll'aria, vapori che sono causa di molte spiacevoli complicanze. Facendo passare una corrente di ossigeno attraverso alla camera esterna di un tubo a doppia parete, che pesca in un recipiente contenente acqua, col mezzo di una corrente ad alta pressione, i cui poli sono posti l'uno nell'acqua che contiene il tubo, e l'altro polo nel tubo interno pure contenente acqua, si ottiene una rapida formazione di ozono che può essere diretto sulle parti che si desidera medicare.

Anche il vapore che si solleva da un recipiente che contenga dell'acqua bollente viene usato come mezzo modificatore delle mucose delle vie respiratorie. Il vapore acqueo può contenere i gas sviluppati dalle sostanze balsamiche e empireumatiche sciolte nell' acqua che genera il vapore. Questa cura è in uso anche nella medicina popolare sotto il nome di *suffumigio.*

Le sostanze balsamiche vengono pure usate allo stato aeriforme a temperatura varia. I vapori, emanati dai medicamenti freddi o riscaldati possono essere trascinati da una corrente d' aria sotto pressione la quale attraversa gorgogliando il liquido; dette sostanze, allo stato puro o sciolto in liquidi oleosi o alcoolici, possono dalla stessa aria essere suddivisi in piccole parti e spinti o inspirati nelle cavità (Globe). I vapori della sostanza balsamica possono essere usati anche commisti a sottile goccioline di acqua. Mediante uno speciale apparecchio da me utilizzato, ottengo questa miscela che offre il vantaggio di essere tollerata dall' albero respiratorio molto più facilmente delle medicazioni fatte con altri mezzi. La scarsa reazione che si osserva con questo metodo di cura permette di far assorbire dalla superficie delle mucose una maggior quantità di sostanza balsamica.

2) **Energie impiegate nella cura inalatoria** — Il *vapore,* l' *aria compressa,* l' *acido carbonico,* l' *elettricità,* l' *urto* o la *caduta di un liquido contro un corpo solido,* vengono in vario modo utilizzati per ottenere la rottura in piccolissimi frammenti delle sostanze medicamentose le quali ridotte in tali condizioni possono penetrare nelle vie del respiro.

Dalle annotazioni fatte nella prima parte di questa relazione, risulta che la ebollizione di un liquido non è altro che una rapida evaporazione alla superficie delle bollicine gazose che si trovano in seno al liquido. Allorquando questo fenomeno avviene in un ambiente chiuso, la forza elastica del vapore è proporzionata alla pressione che si esercita sulla sua superficie; quando l' indice del manometro, applicato all' apparecchio generatore del vapore, ha sorpassato un' atmosfera e si fa uscire il vapore da un piccolo foro di uscita, se il getto passa tangenzialmente alla estremità di un tubo che termina con un piccolo foro di sezione quasi uguale a quello

del foro di uscita del recipiente che contiene il vapore, si determina nel tubo una rarefazione dell'aria ivi contenuta; se il capo opposto del tubo pesca in un liquido si ha un sollevamento del livello di questo che giunge all'estremità appuntita del tubo. La colonna liquida giunta al piano superiore del piccolo foro viene dalla corrente del vapore, rotta e trasportata nella direzione del getto del vapore col quale intimamente si mescola. Qualora il getto venga fatto passare in speciali apparecchi, la temperatura della miscela può variare a seconda che questi favoriscano o impediscano la dispersione del vapore nell'atmosfera, fatto che avviene oltremodo rapidamente.

L'aria compressa viene utilizzata per rompere la coesione che tiene unite le mollecole dei liquidi riducendoli in minutissimi pezzi, i quali per la coesione e per la tensione superficiale dei liqüidi, assumono la forma sferica essi, per la loro tenue massa in confronto alla superficie occupata, possono restare sospese nell'aria. Questa oppone una resistenza che paralizza in parte la legge di gravità che tenderebbe ad attrarle al suolo.

Nella parte generale abbiamo già accennato alle ragioni fisiche che rendono l'aria compressa molto avida di vapore acqueo il quale viene sottratto all'aria ambiente ove quella effluisce; in tal modo essa riesce ad abbassare lo stato igrometrico dell'atmosfera.

La corrente d'aria compressa può aspirare e rompere il liquido, sia nel modo già descritto per il vapore come pure con altri modi e cioè: vi sono apparecchi nei quali l'aria può simultaneamente comprimere la massa del liquido e spingerlo in una sottile cannuccia; la piccola colonna di liquido, giunta all'estremità superiore del tubo, viene rotta in piccoli frammenti dalla corrente dell'aria che circonda la colonna del liquido in corrispondenza del foro d'uscita. L'aria compressa racchiusa in un recipiente, che contenga un liquido, può spingerlo con violenza, per mezzo di un tubo che giunga sino al piano inferiore della caldaia, contro una sottile lamina metallica. L'esile colonna liquida si frantuma in contatto di questa e per la curva speciale che essa ha, le piccole gocciole liquide sono riflesse in un tubo raccoglitore che le dirige verso la parte da medicare. Invece di una sot-

tile lamina metallica, il getto liquido può colpire la parete interna di un tubo di vetro di 3 cm. di diametro nel quale, alla parte mediana, è praticato un foro; per la speciale inclinazione del tubo rispetto alla direzione della colonna liquida le piccole goccioline, risultanti dall'urto del liquido contro le pareti del tubo, vengono spinte verso una estremità di esso mentre dall'estremità opposta affluisce l'aria che si mescola alla nebbia che si è formata.

A seconda della fluidità dei liquidi usati, la disposizione delle singole parti degli apparecchi, come pure la pressione dell'aria necessaria per conseguire la formazione della nebbia variano pure. Usando medicinali sciolti in liquidi oleosi, e effettuando la rottura del liquido in un ambiente chiuso, si possono avere delle nebbie molto fini e dense.

L'acido carbonico è usato allo stato gassoso, o sciolto nei liquidi. Questo gas mescolato in debite proporzioni con liquidi medicamentosi racchiusi in appositi e robusti recipienti, può servire a spingere sotto forma di sottile spruzzo i liquidi entro le cavità.

L'elettricità viene usata sia come energia per far funzionare le pompe comprimenti l'aria, sia come mezzo per far ruotare le pale di un ventilatore che racchiuso sotto una campana di vetro spinge delle finissime gocciole di acqua miste a vapori balsamici nella direzione voluta. L'elettricità viene pure usufruita come mezzo di riscaldamento degli apparecchi e dei medicinali e per comprimere e rarefare rapidamente e alternativamente l'aria nei canali i quali trasmettono questi diversi stati di pressione dell'aria alle membrane che devono essere sottoposte a rapidi e frequenti movimenti oscillatori.

Un mezzo molto economico per ridurre i liquidi allo stato di nebbia è quello utilizzato in alcune località ove per una speciale e fortunata disposizione si può lasciar *cadere da una certa altezza il liquido* che si trasforma in sottilissima nebbia. Questa o si spande nell'ambiente ove si trovano gl'infermi che respirano in tal modo l'aria medicata, oppure essa viene convogliata e spinta in altri ambienti, possibilmente situati a un piano superiore ove essa arriva, in uno stato di finezza e secchezza, maggiore di quella che abbia nell'ambiente ove viene generata. Sono comprese in questo gruppo

le nebbie che si formano in vicinanza delle Fonti Termali calde.

3) **Modificazioni apportate nei medicamenti dalle diverse energie** — Le sostanze medicamentose a seconda delle diverse energie che sono usate per portarle in contatto delle mucose rivestenti le vie respiratorie, subiscono delle modificazioni diverse che è bene sieno enumerate.

Le **sostanze solide** allo stato pulverolento vengono di solito versate o spinte coll' uso dell' aria compressa o di una forte espirazione contro una determinata parte. La sostanza pulverolenta se urta contro una superficie umida in parte aderisce a questa, mentre la parte esuberante cade in basso ed è espulsa dalla corrente d' aria espirata. In alcuni casi la polvere medicamentosa viene spinta in gran copia nelle cavità allo scopo di riempire tutta la escavazione. La polvere, a contatto delle mucose che rivestono le cavità agisce come corpo irritante, il maggiore afflusso che sussegue a tale fatto, porta anche un aumento nella secrezione delle ghiandole sierose e mucose; le piccole masse di sostanza medicamentosa miste colla polvere inerte, vengono sciolte da questi liquidi e spiegano allora un' azione modificatrice sugli strati epiteliali superficiali i quali pòssono, a seconda del potere irritante del medicamento, subire o una degenerazione torbida, o una necrobiosi, la quale differisce dall' escara ottenuta col cauterio solo per la quantità degli elementi colpiti. Le polveri sono per prima inumidite dalla massa del liquido secreto, indi eliminate più o meno rapidamente a seconda del grado di irritazione che hanno provocato. Le polveri ammassate nelle cavità servono nel maggior numero di casi come sostanza assorbente delle secrezioni, che si formano o si raccolgono in queste la polvere si trasforma in una massa poltacea o si scioglie se il liquido è abbondante. I medicinali pulverolenti possono essere sciolti o sospesi in liquidi diversi e quindi portati direttamente, o spinti coll'aria compressa in determinate località: se i liquidi sono molto volatili, ne deriva che essi giunti in contatto della mucosa rapidamente evaporano mentre invece la polvere medicinale resta aderente alla mucosa ed ivi spiega la sua azione.

I **corpi liquidi** vengono in contatto colle mucose con mezzi diversi i quali comprendono, i *gargarismi*, le *istillazioni*, la

aspirazione, i *soffumigi*, la *pennellazione*. I liquidi possono essere spinti mediante l'aria compressa nelle vie respiratorie: essi si mescolano con questa e il getto assume la forma conica coll'apice al punto di uscita e la base che tende sempre ad allargarsi quanto più si allontana dall'origine. I liquidi in questo caso si dicono *spruzzati*, e le goccinole in cui vengono suddivisi sono di dimensioni diverse con predominio di quelle più grosse; la parte colpita dal cono-liquido non risente alcun urto, e se la massa del liquido è abbondante, oltre spiegare l'azione speciale del medicamento riesce a detergere e allontanare le sostanze che sono accumulate sulla superficie delle mucose.

Il cono-liquido formato dalla miscela dell'aria o dal vapore acqueo colla sostanza medicinale, prima di andare in contatto colle mucose, può essere spinto in recipienti di forma diversa che si chiamano condensatori: quivi il getto liquido urtando contro le pareti interne del recipiente, subisce una ulteriore suddivisione; le goccinole più voluminose cadono nella parte più bassa, mentre le più fine e leggere vengono spinte verso il foro di uscita praticato nel condensatore e dirette sulla mucosa *sotto forma di nebbia*. Esaminando col microscopio solare le nebbie ottenute con liquidi di diversa natura si vede come esse variano nella forma e nella durata, ed a seconda che esse sono ottenute con un getto di aria compressa o con un getto di vapore acqueo. Le nebbie ottenute con liquidi contenenti soluzioni saline, sono costituite da goccinole molto più piccole di quelle ottenute con acqua distillata o con acque alcaline, arsenicali, solforose, e per di più risulta che le nebbie ottenute col getto di vapore hanno un diametro maggiore e una durata minore di quelle che si hanno con una corrente di aria compressa.

Il peso della nebbia fu pure preso in considerazione e sebbene le pesate non fossero fatte con una bilancia della massima sensibilità pure vidi che le nebbie ottenute con acque saline pesano molto meno di quelle ottenute colle altre acque.

Le nebbie molto fine e leggere possono essere spinte o aspirate dall'albero respiratorio e per la loro tenuità giungere sino alle ultime diramazioni bronchiali e spiegare un'azione modificatrice sull'epitelio di rivestimento degli alveoli polmonari, come pure sulle altre parti di più facile accesso.

Secondo le mie osservazioni io posso affermare che le sottili nebbie del diametro di 1 micron giungono in contatto della mucosa sotto forma di piccole goccie, fatto che ho potuto constatare esaminando le nebbie proiettate contro il porta oggetti del microscopio solare. Solo dopo un lungo periodo di tempo, mezz' ora, esaminando la nebbia ottenuta polverizzando col vapore un liquido contenente una grande quantità di sali, ho potuto constatare la formazione di piccole forme cristalline di dimensioni svariate.

Questo fatto merita di essere posto in evidenza perchè è in contrasto con quanto venne asserito da altri osservatori, i quali hanno accennato a nebbie contenenti dei cristallini e usano la parola di *nebbia secca* per caratterizzare il modo di suddividere i liquidi con apparecchi speciali che vennero brevettati.

Oltre le osservazioni fatte col microscopio solare feci degli esami microscopici su diverse nebbie che facevo giungere su un vetrino copri oggetti e, usando un forte ingrandimento di circa 1000 diametri, ho potuto constatare che le particelle di nebbia al momento che venivano a contatto del vetrino, conservavano lo stato liquido.

Esaminando al microscopio la nebbia depositata su un vetrino porta oggetti, lasciato in una camera piena di nebbia, vidi che la superficie del vetro, che sembrava allo sguardo pulita, era invece coperta da minutissime goccie di *uno o due micron* di diametro; riscaldando lievemente il vetrino vedevo le goccioline trasformarsi in sottili cristallini.

La nebbia che giunge sulle mucose non ha uno stato cristallino, ma liquido, e questo fatto spiega la ragione per cui non si osservano irritazioni della mucosa che si dovrebbero manifestare se la nebbia avesse la forma solida. Fatti irritativi si osservano coll' uso delle nebbie formate da liquidi i quali o contengono sostanze che sotto l' azione della temperatura fisiologica sviluppano un'azione irritante, oppure hanno una notevole differenza di tonicità tra le piccolissime goccie e il siero sanguigno.

In qualche raro caso l' azione irritante può riuscire vantaggiosa come modificatrice degli stati catarrali cronici, ma nel maggior numero di casi, la aeroterapia ha per scopo di far assorbire dalla vasta superficie dell'albero respiratorio le

sostanze medicamentose che sono contenute nella nebbia; questo fenomeno può effettuarsi solo allorquando la mucosa non viene disturbata dalla presenza del medicamento e in tal modo sono resi possibili i fenomeni osmotici tra la nebbia ispirata e il siero sanguigno.

Le sostanze aeriformi possono arrivare nelle vie respiratorie sotto pressioni diverse e cioè alla pressione atmosferica come pure sotto una determinata pressione proporzionata alla resistenza dei tessuti.

L'ossigeno, l'*ozono,* l'*acido carbonico,* l'*aria,* il *vapore acqueo* i *vapori di sostanze balsamiche* facilmente volatili vengono in contatto della mucosa sia allo stato puro oppure mescolate in proporzioni varie con altro gas. La quantità di *ossigeno* inspirata, superiore a quella contenuta nell'aria spiega un'azione stimolante sulle mucose; il gas assorbito che entra col circolo sanguigno nei tessuti organici favorisce i processi di ossidazione degli elementi e accelera il ricambio materiale. Le indicazioni nell'uso di tale gas vanno sempre più aumentando ed è lecito sperare che abbia a diffondersene l'uso che sino ad ora nella nostra specialità è stato oltremodo limitato. Gli studi e le applicazioni fatte con questo gas nella clinica medica di Roma meritano maggiore numero di imitatori anche nel campo della otorinolaringologia

L'ozono è pure un gas che ha proprietà medicamentose preziose e che sia per la sua azione disinfettante, come per la sua energica azione stimolante, che non giunge alla distruzione degli elementi cellulari, riesce molto utile in certi processi a decorso torpido e atonico e in diversi casi ho potuto constatare l'azione benefica di tale medicamento.

In questi ultimi mesi ho avuto campo di esperimentare in alcuni processi morbosi l'azione dei *vapori di iodio allo stato nascente* ed i risultati ottenuti mi autorizzano a consigliarne l'uso specie se si tratta di cavità che non abbiano una comunicazione diretta coll'albero bronco-polmonare o che possano esserne isolate mediante speciale artificio. I vapori di iodio spiegano sui tessuti una efficace disinfezione, le granulazioni che si sviluppano sotto il loro stimolo sono vivaci, toniche, non esuberanti; i vapori di iodio applicati sulle superfici cruenti hanno un'azione emostatica, riescono indolori e facilitano la eliminazione dei tessuti necrotici lasciando le ferite inodore.

L' aria viene usata sotto pressioni diverse e a temperature molto variabili. Alla pressione inferiore all'atmosferica essa fornisce un mezzo per facilitare l'afflusso del sangue nelle parti che sono private dall'azione della pressione atmosferica. Alla pressione normale serve di veicolo per il trasporto di sostanze medicamentose nelle parti che sono inaccessibili alle altre forme che possono assumere i mezzi terapeutici. L'aria sottoposta a pressione di grado diverso spiega un'azione meccanica simile all' acqua nello smuovere e allontanare, dalla loro sede di formazione, gli accumoli di secreto che colla loro presenza e colle modificazioni che subiscono, sono causa di irritazione o diventano ottimo terreno di cultura dei micro-organismi patogeni che sono sospesi nell'aria.

L'aria sottoposta a una fonte calorifica ha un' azione modificatrice delle mucose molto spiccata. Se noi dirigiamo una corrente d'aria calda secca su una mucosa, vediamo per primo mutarsi il colore di questa che diventa un po' pallida e asciutta. Man mano che la temperatura cresce e si prolunga il getto dell' aria, la mucosa si congestiona, si tumefa, indi compaiono sulla superficie di questa delle piccole e minute goccioline che a poco a poco evaporano: dopo un'applicazione della durata di 5 a 10 minuti primi ed alla temperatura varia dai 65/70 gradi, la cavità assume un colore rosso vivo. La mucosa può benissimo sopportare questa temperatura dell'aria secca però se appena viene oltrepassato il settantesimo grado, oppure viene colpita una parte rivestita dalla cute, essa provoca un senso doloroso, vivo, ma poco duraturo.

Da poco tempo vengono usate nella aeroterapia le docce di aria secca, calda e fredda alternate che spiegano un effetto simile alla doccia scozzese nella idroterapia.

L'apparecchio che genera queste correnti d' aria funziona mediante l' elettricità che agisce sia come mezzo di riscaldamento dell' aria, sia come forza motrice per aspirare e spingere l' aria nella direzione voluta. Io credo che tale cura debba avere un' azione benefica nei casi di disturbi vasi-motorii delle prime vie del respiro, specie come cura profilattica per rendere meno sensibile la mucosa alle influenze morbose e atmosferiche.

Il vapore acqueo viene usato al pari dell' aria come mezzo per trasportare i medicamenti. La temperatura del vapore

acqueo ottenuta con un comune polverizzatore, oltrepassa un po' quella dell'acqua bollente, per il leggero aumento di pressione a cui è sottoposto il vapore che negli apparecchi trasportabili finisce nell'atmosfera da un piccolo foro. Il cono di vapore che si forma all'uscita viene mescolato colla medicina che di solito è alla temperatura ambiente; per l'azione del liquido e per la diminuzione rapida della temperatura del vapore che si espande nell'aria atmosferica, si osserva che alla distanza di pochi centimetri dal foro di uscita la temperatura del vapore è notevolmente abbassata cioè di circa 28-30 centigradi.

Hering ha osservato che essendo tale temperatura inferiore alla fisiologica ne deriva che il vapore in contatto colle mucose delle prime vie del respiro si condensa e non può arrivare sino alle parti profonde. Egli perciò ha ideato un apparecchio da lui denominato Termo-Accumulatore che permette di poter mantenere la temperatura della miscela del vapore, della medicina, sino al momento che entra nella cavità orale, alla temperatura di 40 gradi. In tal modo egli può spingere i liquidi sino all'ultima diramazione bronchiale alla temperatura fisiologica. Con questo mezzo è possibile avere la gazeificazione dei liquidi volatili che siano stati in precedenza sciolti con un po' di alcool indi diluiti in proporzioni determinate di acqua.

4) **Modificazione della pressione atmosferica**. — Questo capitolo dovrebbe comprendere tutto il vasto campo della climatoterapia e della pneumoterapia. Tralascio di occuparmi della prima parte perchè mi è venuto assolutamente meno il tempo per poterla riassumere in modo conveniente; i colleghi troveranno, nei trattati di climatologia, svolto tale importante argomento in modo esauriente e da persone che dedicarono la loro intelligenza a questi studi speciali. A me basta accennare all'azione benefica esercitata sugli infermi affetti da forme morbose delle prime vie del respiro e dell'orecchio, dal clima della montagna e del mare, i quali hanno indicazioni speciali e svariate dovute alla diversità di pressione atmosferica, alla purezza e allo stato igrometrico dell'aria inspirata. Rivolgendo la mia attenzione alle variazioni di pressione, ottenute artificialmente, devo considerare tanto l'*aumento* come la *diminuzione* della *pressione atmosferica*.

Queste possono effettuarsi o in ambienti limitati che sono posti in comunicazioni coll' apparato respiratorio, detti apparecchi pneumatici, come pure in ambienti molto vasti entro i quali i pazienti possono dimorare per un periodo di tempo più o meno lungo. Il concetto terapeutico che domina nell'uso degli apparecchi è quello di poter creare artificialmente in determinati ambienti degli squilibri di pressione per poterli poi trasmettere, con pressione uniforme e costante, alle vie respiratorie, durante gli atti di inspirazione ed espirazione. Le modalità con cui si praticano queste manovre possono essere suddivise I. in ispirazioni d'aria compressa ed espirazione nell' atmosfera; II. in inspirazione d'aria compressa ed espirazione in aria rarefatta; III. inspirazione di aria atmosferica ed espirazione in aria compressa.

Vario quindi è l'effetto che possono spiegare questi diversi generi di manovre sulle mucose delle vie respiratorie per la loro semplice azione dinamica, favorendo, od ostacolando la circolazione sanguigna nei vasi degli strati superficiali della mucosa, e quindi di conseguenza anche l'attività funzionale del tessuto ghiandolare che è influenzato della massa del sangue circolante negli elementi secretori. Per la sola azione dinamica si può ottenere inoltre un aumento di permeabilità dei canali, i quali possono essere ristretti o obliterati, e quindi facilitato l'accesso dell' aria alle parti che ne erano prive, o ne ricevevano una quantità insufficiente. Per le stesse leggi dinamiche si riesce a smuovere, sollevare e facilitare la espulsione delle abbondanti masse di secreto che non possono essere rimosse dal movimento delle ciglia vibratili di cui sono muniti gli epiteli delle vie del respiro. L'aria compressa può convogliare i più svariati medicamenti ridotti sotto forma di sottilissima nebbia e in questo caso vengono ad accumularsi e l'azione dinamica dell'aria e quella chimica del medicamento che viene introdotto.

La rarefazione dell' aria ottenuta con apparecchi di aspirazione di forma svariata favorisce la congestione passiva e il ristagno del circolo venoso in quella determinata regione che si desidera curare con tale sistema.

Colla diminuzione di pressione in una determinata cavità che comunica, mediante i canali ristretti e anfrattuosi e non accessibili alla vista, con cavità che contengono liquidi che

devono essere allontanati, noi possiamo aspirare dette sostanze e quindi avere, con questo mezzo, un valido aiuto che facilita la diagnosi e la cura di forme morbose che molte volte riesce difficile poter localizzare.

L'uso di questi metodi di cura, specie nel trattamento dei processi morbosi localizzati nei polmoni, merita da parte del medico curante una sorveglianza diligente e oculata allo scopo di evitare complicanze dovute ad eccessiva pressione o rarefazione dell'aria. Le manovre si devono quindi iniziare con dislivelli di pressione molto bassi e ripetute con frequenza sempre più crescente. Gli atti inspiratori e espiratori devono essere piuttosto lenti e prolungati. La prudenza deve essere ancora più diligente facendo eseguire delle espirazioni in aria rarefatta, perchè in questi casi se il parenchima polmonare fosse ispessito, imbrigliato o reso friabile e anelastico da pregressi processi patologici, si possono avere delle lacerazioni nel tessuto polmonare accompagnato da abbondanti emofloe; queste però possono essere curate, se non molto gravi, con espirazione in aria compressa. Questa ultima manovra riesce molto efficace allorquando si vuole far acquistare all'apparato respiratorio la primitiva espansività.

I pazienti, introdotti in un ambiente ermeticamente chiuso, Camera pneumatica, che venga lentamente sottop to a un aumento di pressione, provano gli stessi disturbi li operai che lavorano nei cassoni ad aria compressa ch i possono riassumere, per quanto riguarda l'apparato uditivo in un senso di ronzio e dolore agli orecchi e di vertigine, dovuti alla differente pressione a cui sono sottoposte le due faccie della membrana timpanica e alla aumentata pressione endolabirintica. Se la aereazione per mezzo della tuba si può effettuare facilmente e la pressione aumenta molto lentamente, queste molestie sono di lieve entità e allorquando la compressione ha raggiunto il massimo grado voluto e rimane stazionaria, a poco a poco i disturbi scompaiono eseguendo dei Valsalva positivi e negativi. Questi disturbi poi ricompaiono in grado molto più leggero allorquando la pressione viene portata alla norma. Di solito nelle camere pneumatiche l'aumento di pressione si aggira intorno alla mezza atmosfera. In queste camere pneumatiche si può spingere dell'aria contenente diverse sostanze medicamentose.

In questi ultimi tempi va prendendo una notevole diffusione l'uso delle camere di inalazione a pressione atmosferica; in un ambiente più o meno vasto e di una cubatura proporzionata al numero di pazienti che si vogliono sottoporre contemporaneamente a tale cura, viene condotta una colonna di nebbia la quale si spande nell'ambiente. Una delle condizioni principali che si richiedono, è la tenuità delle particelle componenti la nebbia, la quale per questo stato speciale può restare sospesa nell' aria per lungo tempo e può penetrare durante gli atti respiratori sino agli alveoli polmonari. A seconda del metodo usato per ottenere il frazionamento della nebbia, e a seconda dell'energia impiegata, varia la finezza delle goccioline di acqua, e quindi il loro potere di penetrazione.

La quantità di nebbia che deve penetrare in un ambiente, deve essere molto grande perchè è consigliabile che contemporaneamente alla via d' entrata della nebbia esista la possibilità di rinnovare la massa dell'aria, fatto che si ottiene mediante aspiratori che devono funzionare per tutto il periodo della cura. L'ambiente riempito dalla nebbia artificiale è paragonabile a quello che si osserva in talune giornate invernali nei paesi settentrionali ricchi di corsi d'acqua. L'aria racchiusa nella stanza, perde la abituale trasparenza, diventa lattescente e lo sguardo non riesce a conoscere la presenza dei corpi e delle persone che si trovano alla distanza di 1 o 2 metri dall' osservatore. La densità della nebbia però non è un indice assoluto della maggiore finezza delle goccioline che la compongono, e tale fatto merita di essere richiamato all' attenzione del medico.

Per poter studiare in modo soddisfacente questo argomento, io ho ideato e fatto costruire un apparecchio mediante il quale ho potuto facilmente graduare e l' afflusso dell' aria, usata come mezzo meccanico di frazionamento dell'acqua, e la quantità di acqua che veniva sottoposta alla polverizzazione. Con questo apparecchio io ho potuto riempire la stanza di nebbia, ottenuta dallo stesso liquido, più o meno fine, ed ho constatato che le nebbie più fine e cioè quelle che sono preferibili in queste cure, sono molto più trasparenti di quelle ottenute con gocciole di diametro maggiore.

Come risulta dalle esperienze raccolte nella terza parte della relazione, non tutte le acque, dopo che sono state fran-

tunate dalla corrente dell'aria, possono restare sospese ed accumularsi in modo da costituire un ambiente nebbioso. La spiegazione di questo fatto è dato in parte dalle esperienze che riguardano il peso della nebbia, la forza di adesione dei liquidi e il grado di viscosità dei liquidi. Difatti nelle tavole riassuntive di queste tre serie di esperienze risulta che le nebbie formate con liquidi salini, nei quali predomina il cloruro di sodio, pesano come l'aria, mentre le nebbie ottenute dalle altre acque sono più pesanti. Lo sforzo richiesto per rompere l'adesione di una lastra di vetro con liquidi salati, è molto maggiore di quella necessaria per ottenere lo stesso fenomeno con liquidi alcalini, solforosi e arsenicali.

Le osservazioni fatte per constatare se esisteva un rapporto tra la formazione e la durata della nebbia e il diverso grado di viscosità dei liquidi, dimostra che l'indice viscosimetrico è molto più elevato nei liquidi salini ed è proporzionale alla densità.

L' osservazione però che ha maggiore valore dimostrativo, si è quella che ho eseguita studiando la forma e il modo di comportarsi delle nebbie projettate sul vetrino porta oggetti di un microscopio solare. In queste osservazioni si vede che il volume delle goccioline, la durata di queste sul vetrino, variano in modo molto spiccato nelle nebbie ottenute con acque saline in confronto di quelle che si ottengono con altre acque. Con questa osservazione si è potuto stabilire anche con esattezza matematica che le parti costituenti la nebbia hanno la forma di piccole sfere liquide, piene. Il diametro di queste gocce è in rapporto coll' energia usata per suddividere il liquido e col sistema di selezione più o meno perfetto delle gocciole più sottili in modo da poter utilizzare solo quelle di un diametro minore. Mi sento quindi autorizzato a concludere su questo argomento che la possibilità di attuare dell' aeroterapia nelle stanze di nebulizzazione è per primo subordinata alle qualità fisiche e chimiche dei liquidi, e in via secondaria alla quantità di energia impiegata e alla struttura degli apparecchi.

Alcuni costruttori hanno creduto conveniente riscaldare il liquido da polverizzare e l'ambiente nel quale si forma la nebbia, per poter asserire che le nebbie ottenute con questi metodi sono secche. In altra parte della mia relazione accennai ai fatti che

mi inducono a dissentire da tali autori e credo utile ripetere che la dicitura di *nebbia secca* è una espressione erronea quando venga impiegata per indicare le nebbie ottenute con questi metodi.

In alcuni punti della mia relazione scrissi che vi sono dei liquidi dai quali non è possibile ottenere la formazione della nebbia; ora è bene che io aggiunga per maggiore correttezza di espressione, che questi liquidi non possono fornire una nebbia duratura e visibile nelle condizioni ordinarie atmosferiche, avuto riguardo alla temperatura e allo stato igrometrico che sono confacenti all' igiene delle prime vie del respiro. Certo è che se noi potessimo modificare questi due fattori, anche con questi liquidi, potremmo avere le nebbie artificiali durature. Resterebbe però sempre insoluto il problema circa il modo con cui le prime vie del respiro sopporterebbero queste condizioni atmosferiche.

Grado termico e igroscopico

Merita di essere considerato il valore della temperatura nonchè il grado igroscopico dei diversi medicamenti usati. I liquidi inspirati, gargarizzati, spruzzati e nebulizzati nelle prime vie del respiro, possono avere temperature diverse da un massimo di 70 gradi, sino a molti gradi sotto zero.

Il *fattore termico* spiega la propria azione sulla circolazione sanguigna delle mucose e sulla vitalità degli elementi cellulari in modo molto svariato. Necessita quindi che il medico abbia presente lo scopo che si prefigge di ottenere nella cura per poter valersi di preferenza di una temperatura piuttosto che di un altra.

Colle medicazioni calde si facilita la circolazione sanguigna e linfatica delle parti sottoposte all' azione del calore, la leucocitosi viene notevolmente favorita e si possono ottenere effetti sedativi per la facilitata distensione dei tessuti e la diminuita pressione sulle terminazioni nervose. Le temperature che si possono raggiungere colle applicazioni calde non sono molto elevate, e sono sempre subordinate alla sensibilità tattile che non tollera temperature umide molto alte. Se invece i liquidi sono usati sotto forma di nebbia e specialmente se questa è formata con soluzioni saline isotoniche, si possono raggiungere gradi maggiori e, come già dissi, Heryng

con speciali strumenti ha potuto eseguire delle nebulizzazioni nel cavo orale alla temperatura di 45 gradi. Coll' uso dell'aria riscaldata secca, si può giungere sino a 70 gradi e già descrissi le modificazioni che si ottengono sulle mucose sottoposte a questo trattamento. I vapori di sostanze balsamiche sciolte o sospese nell'acqua bollente, determinano degli stati congestizii susseguiti da abbondante secrezione delle ghiandole mucose e sierose.

Oltre il grado termico dei liquidi, merita un speciale richiamo la temperatura dell' aria atmosferica respirata dagli infermi. Sino ad ora son pochi gli Ospedali nei quali sia stata presa in seria considerazione la temperatura e il grado igroscopico dell' aria respirata dagli ammalati. Tutti gli specialisti in laringologia sanno per pratica il valore che ha un ambiente caldo umido, su una persona tracheotomizzata di recente a cui d' un tratto si sopprimono le funzioni di riscaldamento, di inumidimento e di filtrazione della cavità nasale. Noi sappiamo come siano frequenti i casi di processi irritativi delle vie respiratorie che si manifestano in persone le quali respirano un' aria riscaldata o per meglio dire carbonizzata dalle stufe di metallo le di cui pareti siano rese incandescenti dal calore; allo scopo di attenuare in parte gli effetti dannosi di questi metodi antiigenici di riscaldamento degli ambienti, viene consigliato di tenere una superficie evaporante di acqua nei locali riscaldati in tal modo. L'ingegneria sanitaria dovrebbe studiare la maniera, che non credo difficile di conseguire, di poter regolare la temperatura e la umidità dei locali destinati a ospitare gli ammalati delle prime vie del respiro, di guisa che questi abbiano ad avere nell' aria stessa che respirano un coadiuvante delle cure medicamentose.

Altro mezzo molto diffuso nella terapia delle forme morbose localizzate nelle prime vie del respiro è basata sulla *sottrazione del calore* con mezzi aventi una temperatura inferiori alla fisiologica. Questi possono essere applicati tanto direttamente sulle parti che si devono curare, come pure sulle regioni che per contiguità sono vicine. Gli effetti che si ottengono dal freddo sono varii; eccitando la contrattilità delle tonache vasali si ha un' azione ischemizzante e colla diminuzione dell' afflusso del sangue una diminuzione del processo di leucocitosi che per qualsiasi ragione può svilupparsi

in una determinata regione. Il freddo applicato in determinate sedi affette da processi infiammatori secondari a infezione, arresta o paralizza lo sviluppo di alcuni microorganismi, perchè l'abbassamento di temperatura modifica il terreno di cultura formato dai liquidi contenuti nei tessuti a temperatura fisiologica. L'applicazione del freddo ha un'azione emostatica molto efficace, specialmente in alcune regioni che non sono accessibili alla emostasia strumentale, e cioè nei casi di stillicidio sanguigno che si osserva dalle superfici cruenti post-operatorie.

Per conseguire però questi effetti, è necessario che l'applicazione del freddo sia costante e duratura. Usando questo mezzo per un tempo limitato o ad intervalli oppure lasciando che la fonte di perfrigerazione perda del suo valore, per l'azione del calore sottratto alla parte su cui viene applicata, si hanno gli effetti opposti a quelli che si desiderano e all'azione vasocostrittrice succede quella vasoparalitica che favorisce l'afflusso del sangue alla regione nella quale si desidererebbe ottenerne una diminuzione. Si deve quindi consigliare l'uso del freddo per almeno 4 ore consecutive quando non sia possibile prolungarne l'applicazione sino a tanto che sieno scomparsi i fenomeni congestizii.

Il freddo ottenuto colla polverizzazione di un liquido è consigliabile nei casi in cui sia difficile l'attuazione dei gargarismi o delle lavature e anche dopo che si sono praticate delle polverizzazioni con vapore gazeificato col metodo Hering, allo scopo di togliere il senso di calore che può residuare nel cavo orale.

Il freddo intenso come mezzo di modificazione e distruzione dei tessuti, si può avere usando l'acido carbonico sotto forma di neve carbonica compressa. Questa sostanza ha un'azione uguale a quella del galvanocauterio per cui deve essere usata con prudenza e solo sulla parte ove si desidera avere un effetto distruttivo.

L'azione varia a seconda della compressione esercitata sulla neve carbonica e della durata di azione. Si può cioè ottenere una reazione non molto forte, flictenulare, oppure un'azione distruttiva. Per facilitare l'azione nelle parti profonde, conviene esercitare una compressione della mucosa sulla quale si deve fare l'applicazione della neve carbonica allo

scopo di diminuire la massa di sangue circolante nella regione, e di avvicinarci di più alla parte più profonda della neoformazione che si vuole distruggere. Devo ricordare anche le correnti di aria calda e fredda secche alternate, dette docce ad aria scozzese, che si possono avere coll'apparecchio che ho già descritto.

Ho voluto osservare anche se le nebbie ottenute coi diversi liquidi avessero una *igroscopicità* diversa l'una dall'altra, allo stesso modo come si presentano diverse nella durata e nella forma le goccioline delle diverse nebbie.

L'esame delle cifre esposte nella tavola che riassume le osservazioni fatte col polimetro di Lambrecht mi autorizzano ad ammettere che esiste una differenza nel modo di comportarsi delle nebbie ottenute coi diversi liquidi, e cioè che il grado di umidità relativa è in ragione inversa della densità dei diversi liquidi, che l'umidità relativa è più elevata nelle nebbie ottenute coi liquidi alcalini. Che il grado igrometrico aumenta colla densità ed è in ragione inversa dell' umidità relativa. Le cifre corrispondenti al punto di rugiada, alla tensione massima del vapore acqueo, e alla tensione reale, ottenute dalle diverse nebbie, non presentano notevoli differenze e non esistono neppure variazioni costanti che possono essere messe in rapporto colle diverse qualità dei liquidi usati.

A chiusura di questo capitolo aggiungerò il risultato delle osservazioni fatte aventi lo scopo di studiare il modo con cui si comportano le diverse nebbie a seconda che vengono racchiuse in recipienti oppure fluiscono nei tubi e nello stesso tempo ho cercato di conoscere l'azione spiegata dal calore, dal freddo, dalla pressione e dalla rarefazione dell'aria sulla struttura della nebbia.

Le nebbie racchiuse in palloni di vetro ben tersi e asciutti, presentano un grado di opacità che varia a seconda della qualità del liquido usato nella formazione della nebbia; essa è più visibile se viene formata da liquidi salini, meno visibili man mano che si passa alle acque solforose, arsenicali o alcaline. La durata di sospensione della nebbia varia pure nell'ordine sopraindicato.

Ho voluto provare se la purezza dell'aria compressa usata nella formazione della nebbia, avesse influenza e sul grado di opacità e sulla durata di sospensione. E ho constatato che la

filtrazione dell'aria ha poca influenza sul grado di trasparenza della nebbia mentre invece è risultato che tutte le nebbie ottenute con aria filtrata durano sospese nel globo circa una mezz'ora di più della nebbia ottenuta coll'aria non filtrata. Questo dato forse dimostra che il pulviscolo atmosferico commisto alle goccie di acqua rende queste più pesanti così da incontrare nel mezzo una resistenza minore. La nebbia ottenuta con aria filtrata o non filtrata racchiuse nei palloni, dopo un lasso di tempo che variava colla qualità del liquido, lasciava sulle pareti interne delle sottilissime goccioline di rugiada. Se il liquido generatore era alcalino, solforoso, arsenicale, dopo trascorso un po' di tempo, la rugiada si raccoglieva sul fondo del pallone sotto forma di una o due goccie abbastanza visibili e le pareti del vetro acquistavano man mano in trasparenza; solo nei palloni contenenti nebbie di aria non filtrata si vedevano piccolissime e scarse macchie colorate. Se invece la nebbia era formata con liquidi salini, la rugiada non si raccoglieva sul fondo dei palloni sotto forma di gocciole, essa andava a poco a poco scomparendo e le pareti dei recipienti assumevano una tinta leggermente bigia, uniforme come se il vetro avesse subito un lievissimo grado di smerigliatura. La grossezza dei granuli di rugiada delle nebbie formate con aria filtrata era minore di quella depositata dalle nebbie ottenute con aria non filtrata.

Come risulta dalla descrizione delle esperienze raccolte nella terza parte, io ponevo nell'interno dei palloni, dei vetrini porta oggetti da microscopio, molto puliti e asciutti allo scopo da poter fare un esame del deposito lasciato dalle diverse nebbie.

Il deposito formato dalle nebbie d'aria filtrata era privo o conteneva delle quantità trascurabili d'impurità, i cristalli che variavano di forma e disposizione a seconda della qualità dell'acqua minerale, si presentavano sui vetrini che erano stati racchiusi nei palloni contenenti nebbia di aria filtrata, con forme geometriche più precise, ed erano di dimensioni minori. Il tempo trascorso tra la formazione della nebbia ed il completo essicamento del deposito e cioè sino alla formazione dei cristallini, non variava colla diversità dell'aria adoperata, ma variava invece a seconda della qualità del liquido ed era, di tre giorni per nebbia salina, di un giorno e mezzo per

le alcaline; durante questi periodi di tempo, i vetrini sottoposti a ripetuti esami si presentavano sempre coperti da piccolissime goccioline che poi si trasformavano in forme geometriche diverse o in forme dendritiche o in piccoli granuli.

Per constatare l' azione del calore e della pressione sulla durata e opacità della nebbia, ho scelto il liquido che mi forniva una nebbia molto visibile e duratura, e cioè quella ottenuta coll'acqua madre di Salsomaggiore a 32 gradi Beaumé.

Dalle mie osservazioni risultò: 1) che la nebbia formata da un liquido riscaldato a bagno-maria a 75 gradi, dà una nebbia più densa, di maggiore durata e forma una rugiada molto più grossolana della nebbia ottenuta col liquido a temperatura normale.

2) che la nebbia racchiusa in palloni tenuti alla temperatura di 55 gradi ha una opacità, una durata, un deposito di rugiada e un successivo intorbidamento del vetro molto maggiore di quella che si osserva nei palloni tenuti alla temperatura ambiente: la differenza è ancora più manifesta se i palloni vengono tenuti alla temperatura di 5 gradi.

La formazione della rugiada che ho constatato nelle nebbie racchiuse nei palloni, mi spinse a cercare se questo fenomeno, che non si osserva sui vetri delle finestre delle camere di nebulizzazione ben funzionanti, non fosse dovuto alla mancanza dell' azione igroscopica dell' aria compressa in detti ambienti chiusi, e volli pure vedere quali cambiamenti determinava la temperatura nella massa delle nebbie in movimento entro un tubo.

Le esperienze eseguite secondo le modalità descritte nella terza parte, mi diedero i seguenti risultati :

1) che la nebbia spinta in un tubo di vetro lungo m. 1,50, non lascia alcun deposito se il tubo è riscaldato a 55 gradi oppure lasciato alla temperatura ambiente di 28°, mentre invece sulle pareti del tubo raffreddato a 18 gradi, forma una rugiada minutissima.

2) che la densità della nebbia non era modificata dall' aumento della temperatura, mentre invece il raffreddamento man mano che si faceva più forte, rendeva la nebbia meno visibile e più scarsa.

Nel contesto della mia relazione scrissi che la nebbia sottoposta a un discreto grado di rarefazione o alla pressione

di una atmosfera e mezza non veniva modificata nella sua struttura. Per confermare questa asserzione ho istituito delle esperienze pure descritte nella terza parte, dalle quali si può desumere che rarefacendo l'aria in una campana contenente una vescica di gomma ripiena di nebbia, questa non è modificata nel suo stato fisico di piccole goccie liquide. E così pure vidi che allorquando la nebbia, racchiusa in una vescica o in un bottiglione, viene sottoposta a una lenta e graduale pressione, la vescica si riduce lentamente di volume e la nebbia contenuta nella campana diventa trasparente. Col ritorno della pressione normale il volume e la tensione della vescica ritornano normali e la nebbia in essa contenuta è ancora visibile, la opacità della nebbia contenuta nella campana diviene per un istante molto intensa poi si ripresenta uguale a quella che aveva prima dell'aumento di pressione.

Le nebbie ottenute coll'aria compressa e che io ho esaminate, penetrano in tutto l'albero bronco-polmonare? Io credo di avere risolto il problema sperimentalmente dimostrando la presenza della nebbia negli alveoli polmonari. Ho usato una qualità di nebbia che non ha certamente i migliori requisiti per quanto riguarda la penetrabilità; essa però fu da me preferita perchè offre il vantaggio di poterne facilmente dimostrare la presenza nel tessuto polmonare con facile reazione chimica, voglio cioè alludere alla nebbia prodotta dell'acqua solfidrica di Monte Alfeo.

La nebbia ottenuta con questo liquido venne spinta in un cilindro di metallo di un quarto di metro cubo di capacità, il quale aveva nella parte alta un foro di entrata della nebbia, e nella parte più bassa un'apertura abbastanza ampia per la introduzione dell'animale di esperimento, cavia o coniglio. Prima d'introdurre l'animale nel cilindro gli ponevo al collo un laccio di corda, che lasciavo allentato perchè la respirazione si compisse regolarmente durante la esperienza, e ciò allo scopo di poter praticare rapidamente lo strangolamento dell'animale, mentre si trovava nell'ambiente saturo di nebbia medicamentosa. La nebbia dopo avere riempito il cilindro usciva dalla fessura esistente nella porta che chiudeva l'apertura inferiore: trascorsi 20 minuti introducevo la mano nel cilindro e stirando fortemente il laccio provocavo la morte dell'animale per soffocamento, mentre era

ancora nell' ambiente nebbioso. Constatata la morte dell' animale asportavo trachea e polmoni che sezionava a fresco in tutta la loro lunghezza, e sulla superficie cruenta praticavo la seguente ricerca chimica, usando il reattivo ottenuto nel seguente modo:

In una provetta versavo 2 cm. cubici di acetato di piombo al 5 $^{0}/_{0}$, e a questo soluto aggiungevo una soluzione concentrata di potassa caustica sino a che il precipitato formatosi in principio, fosse scomparso e il liquido ritornato quasi limpido.

La soluzione alcalina risultante contiene del piombito di potassio che è un reattivo molto sensibile dell' acido solfidrico.

Questo reattivo lo portavo a contatto col tessuto polmonare che, contenendo acido solfidrico, determinava una colorazione bruna nel tessuto perchè si formava del solfuro di piombo. Per rendere più dimostrativa ed evidente l'esperienza, feci dei saggi di confronto su polmoni di animali che non erano stati esposti alla nebbia solforosa, ma in questi saggi non constatai alcuna reazione.

Queste esperienze ripetute più volte e sempre con risultato positivo, dimostrano che le nebbie di acqua solforosa di Monte Alfeo possono penetrare sino alle ultime diramazioni bronchiali, e negli alveoli polmonari ed è logico ammettere che le altre nebbie, che hanno la possibilità di penetrazione maggiore delle nebbie solforose, possono pure raggiungere i microscopici alveoli polmonari.

Oltre le ricerche sopradescritte ho rivolto anche la mia attenzione allo studio delle modificazioni dei principii chimici contenuti nelle nebbie medicamentose a contatto delle mucose delle vie respiratorie. Trattandosi di ricerche lunghe e delicate che hanno bisogno di ripetute conferme, mi riservo di fare una nuova comunicazione quando avrò ottenuto un complesso di risultati più concordanti.

Dopo l' esposizione delle mie osservazioni d' indole fisica, mi sia concesso una breve nota di natura chimica, e cioè io credo necessario richiamare la vostra attenzione sul valore che hanno alcune sostanze contenute in qualche acqua minerale usata nella cura delle malattie delle vie respiratorie.

A far parte dei componenti d' alcune acque minerali entrano delle sostanze volatili, le quali alla temperatura ambiente come alla temperatura fisiologica, possono spiegare un'azione irritante sulle mucose rivestenti le prime vie del respiro. Tale fatto io l' ho potuto sospettare allorquando, nella cura di alcuni infermi, sottoposti ad inalazioni di una determinata acqua minerale, dovetti sostituirla con altra acqua di composizione quasi uguale, ma proveniente da un' altra fonte dalla quale unitamente all' acqua erano emanati gas di petrolio. I fenomeni irritativi che vidi manifestarsi nella laringe dei pazienti furono così rapidi e gravi che non potei attribuirli all' aumento di densità della nuova soluzione usata, che era solo di mezzo grado superiore a quella usata prima, ma bensì all' azione irritante di sostanze volatili, alla temperatura fisiologica, e che non erano rilevabili alla temperatura ambiente.

Feci sottoporre ad un esame chimico le due acque, e da tali ricerche risultò che il liquido che determinava fatti irritativi conteneva degli idrocarburi leggieri non saturi, mentre l'altro liquido ne era assolutamente privo. Io credetti che la presenza di questa sostanza potesse dare una spiegazione delle manifestazioni cliniche osservate nei miei infermi e, da quell' epoca, ho rinunciato nella terapia delle malattie delle prime vie del respiro, all' uso dei liquidi contenenti idrocarburi leggeri, non saturi. Gl' infermi sopra citati, dopo una lieve cura decongestionante, ripresero la cura coll'acqua minerale priva d' idrocarburi e potei constatare col continuo e progressivo miglioramento dello stato ipertrofico delle corde vocali, il ritorno della voce.

Ora la presenza degli idrocarburi in un determinato liquido può modificare o paralizzare l'azione di quella sostanza incognita, che si ammette esistere nell' acqua minerale, privandola di uno dei suoi speciali coefficienti nell'azione medicamentosa. Per confermare questa ipotesi bisognerebbe procedere in due modi : o sottoporre a una forte sterilizzazione coll' ebollizione in ambiente chiuso le acque non irritanti e vedere se queste per la modificazione portata dal calore alla sostanza incognita spieghino una azione irritativa sulle mucose; oppure aggiungere alle acque non irritanti gli idrocarburi non saturi, estratti dalle acque irritanti ed osservare se

le inalazioni, fatte con tali liquidi modificati, acquistano le proprietà di quest' ultime.

Altro problema che rimane ancora insoluto si è la conoscenza delle cause che differenziano l' azione delle acque minerali, in confronto delle acque artificiali di composizione uguale per quanto riguarda la loro azione sulle mucose delle vie respiratorie.

Dalla esperienza clinica risulta che le mucose delle prime vie del respiro, specie quella nasale che è tra le più sensibili, tollerano solo le soluzioni saline isotoniche di cloruro di sodio (0.75 °/₀) alla temperatura fisiologica. Ora noi sappiamo che detta mucosa non risente disturbi apprezzabili allorquando viene trattata con acque minerali salsoiodiche, prive di idrocarburi volatili, le quali contengono il cloruro di sodio ad un titolo di 3, 4, 5 gradi Beaumé sotto forma di nebulizzazione ad aria compressa, oppure ridotto da 1 $^1/_2$ 2, 2 $^1/_2$ Beaumé da un getto di vapore. La ragione di questo diverso modo di comportarsi delle mucose in contatto delle soluzioni saline naturali, non si può spiegare pensando alla tenuità delle goccioline formanti le nebbie, perocchè noi sappiamo per le leggi della divisibilità, che ogni goccia contiene una determinata quantità di sale ad un titolo uguale a quello del liquido dal quale la nebbia viene formata. Devesi quindi ammettere o l' esistenza di un [illegible] più sostanze speciali, di natura non ancora ben definite [illegible] quali modifichino l'azione irritante del cloruro di sodio a un grado così elevato, oppure che la contemporanea presenza degli altri sali, che entrano nella composizione dell' acqua minerale, abbia un' azione attenuatrice su quella dal cloruro di sodio a tale grado, oppure finalmente supporre, secondo le ultime teorie, che i sali sciolti nelle acque minerali si trovino, almeno in parte, allo stato colloidale il quale renderebbe l' azione di questi medicamenti meno irritante.

Questa serie di esperienze chimiche escono dai limiti che mi sono proposto in questa relazione e mi auguro che in avvenire mi sia dato di poter dare un contributo chimico clinico il quale coadiuvi la soluzione dei problemi che oggi ho qui esposti.

Nella Sezione Aeroterapica delle Terme di Salice viene usata esclusivamente dietro consiglio del consulente Prof. V. Nicolai, l' ACQUA di SALES proveniente dall' antica e rinomata fonte Salso Jodica di Sales. Questa Acqua minerale riesce indicatissima ed oltremodo efficace nelle cure delle malattie delle vie respiratorie sia per l' azione medicamentosa dei suoi componenti chimici sia per la mancata azione irritante degli idrocarburi volatili non saturi come resulta dalla relazione del Prof. Nicolai.

PARTE TERZA.

Esperienze destinate a dimostrare il diverso modo di comportarsi dei liquidi sotto l'azione delle diverse energie usate.

Queste esperienze possono essere suddivise nel seguente modo:

ESPERIENZA PRIMA. — Punto di ebollizione dei diversi liquidi.

ESPERIENZA SECONDA. — Punto crioscopico dei diversi liquidi.

ESPERIENZA TERZA. — Viscosità relativa dei diversi liquidi.

ESPERIENZA QUARTA. — Misura dello sforzo necessario per staccare una lastra di vetro di 10 cm. di lato posta a contatto coi liquidi.

ESPERIENZA QUINTA. — Diverso grado di tensione superficiale dimostrata collo stalagmometro di Traube.

ESPERIENZA SESTA. — Diverso grado di refrazione del raggio luminoso passante attraverso un prisma contenente i liquidi diversi.

ESPERIENZA SETTIMA — Peso delle nebbie contenute in un pallone di vetro della capacità di 5 litri.

ESPERIENZA OTTAVA. — Volume, durata e forma delle diverse nebbie, libere nell' atmosfera, ottenute con aria compressa.

ESPERIENZA NONA. — Volume, forma e durata delle diverse nebbie, libere nell' atmosfera, ottenute con getto di vapore acqueo.

ESPERIENZA DECIMA. — Stato igrometrico delle diverse nebbie.

ESPERIENZA UNDICESIMA. — Confronto tra le diverse nebbie ottenute, con aria filtrata e non filtrata, da liquidi a temperatura diversa in ambienti chiusi.

ESPERIENZA DODICESIMA. — Nebbia ottenuta dall'acqua madre di Salsomaggiore 32 Beaumé in recipienti chiusi e aperti. a temperatura e pressione variabile.

ESPERIENZA I.

Punto di ebollizione dei diversi liquidi.

Il punto di ebollizione dei diversi liquidi lo ottenni colle seguenti modalità: In un bagno maria contenente una soluzione satura di carbonato di soda o carbonato potassico, a seconda della densità dell'acqua minerale da esaminare, immergevo il recipiente che conteneva 200 gr. di liquido. Il recipiente aveva una forma di tronco di cono ed era chiuso nella sua parte superiore, con un tappo di gomma che era attraversato e dal termometro e da un tubo refrigerante a ricadere a bolle Allihn nel quale circolava acqua fredda; esso aveva lo scopo di ottenere la condensazione dei vapori sollevati dal riscaldamento dei liquidi in esame e di evitare in tal modo che la densità del liquido subisse delle variazioni durante l'ebollizione. Il bulbo del termometro era immerso nel liquido per circa 4 cm. e la restante parte della colonna termometrica, che era suddivisa in decimi di grado, era racchiusa nel recipiente conico fuoruscendo dal tappo al grado 95°. Il recipiente che conteneva il liquido, era circondato, nella parte che sporgeva dal bagno maria, da un cilindro di 12 cent. di diametro che veniva chiuso, nella parte alta, da una massa di cotone allo scopo di evitare le perdite di calore e mantenere intorno al recipiente un ambiente a temperatura costante.

Le cifre ottenute, seguendo le norme sopra indicate, erano sottoposte ad una correzione dovuta alle variazioni della pressione atmosferica, ed il calcolo veniva effettuato nel seguente modo: Stabilita la pressione normale delle località

ove si praticano gli esami e quella del giorno in cui vien fatta l'osservazione, a seconda che la pressione del giorno è inferiore o superiore alla media normale, si devono aggiungere o sottrarre un decimo di grado quante volte la cifra 2,7 è compresa nella differenza esistente tra le due pressioni barometriche. Per es. il giorno 20 Settembre a Milano la pressione barometrica era di 743 ed eseguendo la differenza tra tale cifra e la pressione normale di Milano che è di 750 si hanno 7 m/m. che divisi per 2,7 danno come risultato due decimi di grado che si devono aggiungere al grado di ebollizione indicato per l'acqua distillata che in quel giorno era di 99 e 7/10 e quindi il grado di ebollizione corretta corrisponde a 99 e 9/10.

Punto di ebollizione dei seguenti liquidi:

Pressione normale di Milano 750.

ACQUE	Punto di ebollizione	Pressione barometrica	Grado di ebollizione corretto
Acqua distillata	99. 7/10	743	99, 9/10
» S. Pellegrino	100	739	100. 4/10
» Sangemini	99. 2/10	739	99. 6/10
» Wichy Celestins	99. 6/10	739	100.
» Roncegno	99. 9/10	743	100. 1/10
» Tabiano	100. 1/10	743	100. 3/10
» Monte Alfeo	100, 2/10	739	100. 6/10
Sales nebulizzazione 6° Beaumè	101.	739	101. 4/10
» Bibita	100. 9/10	739	101. 3/10
» 3° Beaumé	100, 5/10	739	100, 9/10
Salso Magg.. Magnaghi 14 Beaumé	105, 5/10	739	105, 9/10
» » » 3 Beaumé	100, 5/10	743	100, 7/10
» » Acqua madre 3 Beaumé	100. 3/10	739	100, 7/10
» » » » 32 B.	112,	739	112, 4/10

Risulta dalla tavola suesposta che il punto di ebollizione è in rapporto diretto colla densità dei diversi liquidi.

Tale fatto concorda colla legge fisico chimica la quale stabilisce che sciogliendo una sostanza in un dato solvente si innalza il suo punto di ebollizione e si abbassa il suo punto di congelamento.

ESPERIENZA II.

Punto crioscopico dei diversi liquidi

Per stabilire il grado di congelazione dei liquidi presi in esame mi sono servito del crioscopio di Beckmann. L'apparecchio consiste in una grande provetta con tubulatura laterale per l'introduzione della sostanza in esame. Il tappo che lo chiude porta un termometro diviso in centesimi di grado e un tubo attraverso il quale passa un agitatore di platino che viene messo in movimento da un motorino idraulico. Perchè il liquido abbia a risentire uniformemente l'azione del freddo, la provetta viene racchiusa in un'altra più ampia chiusa da un tappo. I due vasi vengono posti in un largo bicchiere contenente una miscela frigorifica che deve determinare la congelazione. Il quantitativo del liquido da esaminare, versato nella prima provetta, deve essere di quantità esattamente costante. Disposte le cose nel modo sopra descritte, si procede al congelamento e si pone in azione l'agitatore che continua a muoversi sino a un determinato momento, e cioè quando incomincia la congelazione. La colonna di mercurio del termometro, che durante il raffreddamento è discesa continuamente sino a un punto molto basso della scala, punto che non è mai costante, torna a salire al momento in cui si inizia la congelazione, e si arresta quando questa è avvenuta rimanendo fermo per qualche minuto. Mediante un piccolo cannocchiale si procede alla lettura della linea a cui è arrivata la colonna di mercurio.

Prima dell'esame di ogni acqua si deve determinare il punto di congelamento dell'acqua distillata e dal rapporto di questo punto con quello delle altre acque, risulta il vero punto crioscopico di esame.

Punto crioscopico dei diversi liquidi

ACQUA	Punto di Congelamento dell'Acqua distillata	Punto di Congelamento dell'Acqua in esame	Punto Crioscopico dell'Acqua in esame
Acqua S. Pellegrino	3,62	3.56	Δ = — 0.06
» Sangemini	4.435	4,36	Δ = — 0,075
» Wichy Celestins	4.435	4.205	Δ = — 0.23
» Roncegno	4.52	4.415	Δ = — 0.105
» Tabiano	4,43	4.33	Δ = — 0.10
» Monte Alfeo	4,32	4.19	Δ = — 0.13
» Sales Nebulizzazioni	4.43	0.85	Δ = — 3.58
» Sales bibita	4.43	0.78	Δ = — 3.65
» Sales 3°	4.185	2.5	Δ = — 1.685
Salso Magg., Terme Magnaghi 14°	3,62	0.88 (2,74×4)	Δ = — 10.96
» » Terme Magnaghi 3°	4.29	2.41	Δ = — 1.88
» » Acqua Madre 3°	4,43	2,715	Δ = — 1.715
» » Acqua Madre 32°	3,63	2,1 (1,53×16)	Δ = — 24.48

Per ottenere l'indice crioscopico dei diversi liquidi si fa la differenza tra il punto di congelamento dell'acqua distillata e quella del liquido in esame; le cifre ottenute nella suesposta tavola confermano la legge che l'abbassamento del punto di congelazione che una sostanza produce in un dato liquido è proporzionale, entro certi limiti alla concentrazione della soluzione.

Le cifre ottenute colle acque Terme Magnaghi 14° e Acqua Madre 32° meritano uno schiarimento. Queste acque non potevano essere portate al punto di congelamento col termometro di cui disponevo e dovetti diluire le acque con acqua distillata la prima con 3 volumi e la seconda con 15 volumi. Il punto di congelamento ottenuto con dette soluzioni (0.88, 2.1) sottratto alle cifre corrispondenti dell' acqua distillata, diedero una differenza che venne moltiplicata per 4 e per 16 per ottenere con qualche approssimazione l'indice crioscopico dell' acqua in esame.

ESPERIENZA III.

Viscosità relative dei diversi liquidi.

La viscosità è dovuta alla resistenza che le particelle di un corpo solido, liquido e gassoso, le mollecole e gli ioni di un elettrolito incontrano nelle loro migrazioni spostandosi le une vicino alle altre.

La viscosità è la misura del lavoro che deve essere compito dalle particelle per vincere questa resistenza a muoversi nello spazio. Esiste una viscosità dei gas, dei liquidi, delle soluzioni e dei solidi.

Mi limito ai liquidi e dirò che si può misurare la viscosità assoluta e relativa. Il coefficiente di viscosità assoluta si ottiene mediante calcoli e formole complicate che non è il caso che abbia ad occuparmene data l'indole di questo lavoro: nella pratica occorre determinare la viscosità relativa riferendo cioè quella del liquido in esame alla viscosità di un liquido campione p. e. dell'acqua distillata ad una temperatura qualsiasi.

Per stabilire l' indice viscosimetrico dei liquidi bisogna valersi della seguente formula : $E = \frac{D \times T}{d \times t}$ in cui **E** è uguale all' indice viscosimetrico, **D** è uguale alla densità del liquido da esaminarsi, **T** è uguale al tempo di efflusso del liquido in esame, **d** è uguale alla densità dell'acqua distillata, **t** è uguale al tempo di efflusso dell' acqua distillata.

Ossia l' indice viscosimetrico si ha moltiplicando la densità del liquido per il tempo di efflusso e dividendo il prodotto per la densità dell' acqua distillata moltiplicata per il tempo di efflusso di questa. Le esperienze si devono incominciare sempre determinando la viscosità dell' acqua distillata, il quantitativo del liquido deve essere sempre costante, e la numerazione del tempo si deve cominciare esattamente nel momento in cui il livello del liquido arriva al segno sopra la bolla e cessa allorquando giunge al segno inferiore. Queste operazioni devono eseguirsi in ambienti riparati ed alla stessa temperatura. Si devono eseguire almeno 3 determinazioni successive per ogni liquido e se ne prende la media.

Per studiare la viscosità dei diversi liquidi mi sono servito di un viscosimetro di Ostwald modificato, che consiste in un tubo a U le cui due branche hanno un calibro diverso. Il maggiore, di circa 12 m/m., nella parte bassa porta una piccola bolla. L' altra branca dell' U di diametro minore, circa 3 m/m., dopo circa 5 cm. procedendo dal basso, diventa capillare per un tratto di 6 cm. per poi dilatarsi in una piccola ampolla. Al di sopra di questa havvi una strozzatura che lascia un piccolo foro capillare, più in alto il tubo, per altri 5 cm., ha il diametro di 3 m m. Questo apparecchio portato da un sostegno deve essere tenuto verticale e in una temperatura ambiente costante ; dopo lavato il vetro con alcool, acqua distillata e con liquido in esame, si versano nel tubo grande 5 cm. cubici dell' acqua da esaminare, e mediante un tubo di gomma praticando una aspirazione nel tubo piccolo, si fa salire il liquido attraverso il tubo capillare sino a riempire la piccola bolla e la parte del tubo sovrastante. Per eseguire un' esatta misurazione si deve calcolare il tempo che impiega il liquido a discendere da un determinato punto segnato sul vetro, in corrispondenza della strozzatura superiore alla bolla, sino a un altro punto segnato sul tratto di porzione capillare del tubo sottostante alla bolla. Trattandosi di differenze oltremodo piccole, è bene servirsi di un misuratore che segni anche le frazioni di secondi. A norma della qualità dei liquidi, più o meno viscosi, si usano viscosimetri con la porzione capillare di diametro diverso. Nel mio caso ho adoperato il viscosimetro che ha il tubo capillare più piccolo.

Viscosità dei liquidi
ottenuta col viscosimetro di Oswald modificato

Temperatura costante, 18° centigradi

ACQUA	Densità	Tempo di efflusso in quinti di minuto secondo	Indice viscosimetrico
Acqua distillata	1000	300	1000
» S. Pellegrino	1000	295	983,33
» Sangemini	1000	303	1010
» Vichy Celestins	1000	311	1036.66
» Roncegno	1000	275	916,66
» Tabiano	1000	295	983.33
» Monte alfeo	1000	300	1000
Sales nebulizzazione	1042	294	1021,16
» bibita	1034	290	999.53
» N. 3	1012	306	1015,57
Salsomaggiore - Terme Magnaghi	1114	350	1295
» » » » N. 3	1010	294	989,66
» » Acqua Madre N. 3	1020	295	1003
» » » » bagni 32	1282	300	3418,66

Senza addentrarmi nelle complesse formule proposte dai fisici e prendendo come punto di paragone la cifra ottenuta coll'acqua distillata, noi vediamo che le acque in esame hanno un indice viscosimetrico che ha un rapporto colla densità del liquido. Fanno eccezione a tale norma le tre acque Minerali Sales Nebulizzazione, Sales bibita e Magnaghi 3 le quali hanno un indice viscosimetrico più basso non corrispondente cioè alle loro densità.

ESPERIENZA IV.

Misura dello sforzo necessario per staccare una lastra di vetro di 10 cm. di lato posta a contatto coi liquidi sotto indicati.

Il processo da me seguito in queste misurazioni è il seguente: stabilita la totale adesione tra la lastra di vetro e la superficie liquida sollevavo il fulcro della bilancia in modo di ottenere uno spostamento dell' ago indicatore della bilancia verso la superficie liquida di 3 gradi e $^1/_2$; durante questo innalzamento, l' acqua aderente al vetro veniva sollevata per un'altezza di circa 2 $^m/_m$.; procedevo poi gradatamente al caricamento dei pesi sul piatto opposto della bilancia sino al momento in cui si effettuava il distacco della superficie di vetro dal liquido e questo avveniva allorquando lo spostamento dell' ago della bilancia era diminuito di un grado.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tavola.

Pesi richiesti per staccare una lastra di vetro posta a contatto coi liquidi sottoindicati

ACQUA	peso specifico	densità	grammi aggiunti per ottenere il distacco
Acqua distillata	0	1000	40,4
» S. Pellegrino	0	1000	38,4
» Sangemini	0	1000	38
» Wichy Celestins	0	1000	38
» Roncegno	0	1000	41
» Tabiano	0	1000	39,5
» Monte Alfeo	0	1000	40,4
Sales nebulizzazione	6	1042	42,5
» bibita	5	1034	42
» inalazione N. 3	2 1/2	1012	41
Salsomagg., Terme Magnaghi	14	1110	42,2
» » Terme Magnaghi N. 3	2	1012	41,5
» » Acqua madre N. 3.	3	1020	41,4
» » Acqua madre	32	1282	47

Da questa esperienza risulta che la forza di adesione dei liquidi è maggiore nei liquidi salini, i quali hanno peso specifico e una densità maggiore degli altri liquidi esaminati.

ESPERIENZA V.

Esperienze per dimostrare il diverso grado di tensione superficiale collo stalagmometro di Traube.

Le ricerche vennero fatte secondo le norme descritte nella prima parte di questo lavoro alla quale rimando il lettore. Aggiungerò solo che l'impiego della stalagmometria nell'e-

same dei liquidi oltre essere un procedimento di tecnica facile e di una considerevole esattezza, dà risultati che variano su di una scala più ampia che non i valori della tensione superficiale ricavati cogli altri procedimenti fisici espressi in centimetrigrammi. I confronti dei liquidi presi in considerazione diventano quindi più facili in base alla differenza del numero delle goccie ottenute dai diversi esami.

Numero delle goccie ottenute collo stalagmometro di Traube alla temperatura costante di 20 gradi

ACQUA	N.° delle goccie	Densità
Acqua distillata	54	1000
» S. Pellegrino	52 + 15	1000
» Sangemini	52 + 16	1000
» Wichy Celestins	52 + 16	1000
» Roncegno	52 + 18	1000
» Tabiano	52 + 8	1000
» Monte Alfeo	52 + 6	1000
Sales Nebulizzazione	53 + 10	1042
» inalazioni 3	53	1012
» Bibita 5 Beaumé	53. + 5	1034
Salsomaggiore Terme Magnaghi 14 Beaumé	54 + 4	1110
» » Terme Magnaghi N. 3	53 + 15	1010
» » Acqua Madre N. 5	53 + 12	1020
» » Acqua madre 32 Beaumé	56 — 2	1282

Premesso che il numero delle goccie è in ragione inversa della tensione superficiale dei liquidi, ne deriva che la tensione superficiale delle acque minerali, alcaline, solforose e arsenicali, sarebbe superiore a quella dei liquidi salini e dell'acqua distillata.

È necessario però considerare che le prime acque contenendo una discreta quantità di gas, questi alterano i processi stalagmometrici diminuendo il volume totale della parte liquida che si deve esaminare, e quindi anche il numero delle goccie. Tale diminuzione è quindi indipendente dal valore della tensione superficiale e debbo concludere che tale genere di misurazione non ha un valore assoluto quando si tratta di dosare delle acque contenenti gas.

Nelle acque minerali saline invece si osserva che la tensione superficiale espressa dalle goccie ha un certo rapporto colla densità; essa è inferiore a quello ottenuto coll'aqua distillata, solo forma eccezione alla regola l'acqua madre di Salsomaggiore a 32 Beaumé a 1282 di densità e Magnaghi 14°. Riguardo al primo liquido bisogna ricordarsi che a questo viene sottratto, con procedimenti speciali, una grande quantità di clorure di sodio per cui tale fatto deve modificare il modo di comportarsi di quest'acqua al conteggio stalagmometrico.

Circa l'acqua Magnaghi 14, devo notare che essa, malgrado ripetute filtrazioni, conteneva delle impurità.

ESPERIENZA VI.

Grado di refrazione di un raggio luminoso passante attraverso un prisma contenente liquidi diversi.

I scarsi mezzi di cui ho potuto disporre in queste esperienze, che forse potrebbero dare risultati interessanti e più completi di quelli ch' io possa riferire, mi hanno obbligato ad abbandonare le indagini spettroscopiche e mi sono dovuto limitare a stabilire la deviazione del raggio refratto attraversante i liquidi diversi sottoposti ad esperimento, prendendo come punto di partenza la deviazione di un raggio luminoso che attraversa un prisma contenente acqua distillata.

Il raggio luminoso, emanato da una lampada ad arco, fatto passare per una sottile fessura, attraversa una lente biconvessa che lo concentra su un lato di un prisma, formato da 3 sottili lastre di vetro a superficie parallele. Nel recipiente prismatico ho versato per prima l'acqua distillata ed ho seguìto il raggio luminoso attraverso il liquido che subiva

una prima deviazione; una seconda deviazione si effettuava quando il raggio luminoso emergeva dall' altro lato del prisma. Alla distanza di un metro la luce colpiva un regolo suddiviso in m/m. e presentava una dispersione coi colori dell' iride. Presi come punto di partenza delle mie misurazioni, il punto del regolo colpito dal raggio refratto dell' acqua distillata, e precisamente quella parte dello spettro che corrispondeva alla stria color verde. Sostituii all' acqua distillata i diversi liquidi in esame, senza smuovere nessuna delle parti costituenti il sistema diottrico, e vidi che cambiando il liquido, il raggio refratto o veniva a colpire il regolo nel punto colpito dal raggio che attraversava l' acqua distillata, oppure si spostava, portandosi sempre più verso la base del prisma, per dei tratti che misuravo in centimetri o millimetri sempre partendo dal punto corrispondente alla stria color verde dell' acqua distillata.

Deviazione del raggio refratto passante attraverso un prisma contenente i liquidi sotto indicati.

La misurazione in centimetri inizia dal punto indicato dal raggio refratto, dall'acqua distillata e precisamente in quella parte dello spettro che corrispondeva alla stria color verde, che viene indicata con cm. 0

Acqua distillata cm. 0 — S. Pellegrino cm. 0 — Sangemini cm. 0,5 — Wichy Celestins cm. 0,5.

Roncegno cm. 0 — Monte Alfeo cm. 0.

Sales Nebulizzazioni 6 Beaumé cm. 1,5 = Sales Inalazioni 3 cm 0,8.

Salso Maggiore — Terme Magnaghi 14 Beaumé cm. 3,5 — Terme Magnaghi N. 3 cm. 1 — Acqua Madre N. 3 cm. [illegible] — Acqua Madre 32 Beaumé cm. 8.

Le cifre ottenute con questo mezzo imperfetto dimostrano che i liquidi contenenti soluzioni saline rifrangono i raggi più fortemente dei liquidi contenenti sostanze alcaline, solforose o arsenicali.

ESPERIENZA VII.

Peso delle nebbie contenute in un pallone di vetro della capacità di cinque litri

Le nebbie le ottenevo con un apparecchio di nebulizzazione funzionante ad aria compressa ad una pressione costante d'un'atmosfera e per la durata di 4 minuti primi.

Per conservare uguale lo sforzo di aspirazione, il livello del liquido distava dal punto di polverizzazione un egual numero di centimetri. La nebbia era spinta in un pallone di vetro con un rubinetto di chiusura e montatura metallica da adattarsi al disco della macchina pneumatica. Ogni prova era preceduta dallo svuotamento della nebbia contenuta nel pallone della esperienza precedente, colla pompa pneumatica e dalla verifica del peso del pallone pieno di aria. Le nebbie contenute nel pallone di vetro erano alla pressione atmosferica e il rubinetto annesso alla montatura metallica serviva solo ad impedire la dispersione della nebbia durante il tempo impiegato nella pesatura.

Le nebbie ottenute col mezzo sopra indicato e con diversi liquidi erano visibili nell'aria atmosferica in modo differente, come pure varia era la opacità che assumeva il pallone dopo trascorsi i quattro minuti di insufflazione.

Non mi fu possibile verificare se esista una differenza nel peso delle nebbie che risultarono uguali al peso dell'aria, perocchè il peso del pallone di vetro colla montatura metallica era troppo grave e non permetteva di usare bilancie più sensibili le quali hanno una portata che non supera i 200 grammi. Il peso dell'aria contenuta nel pallone di vetro ottenuto facendo un vuoto a un centimetro del manometro, corrispondeva a grammi 6,5.

Le nebbie ottenute colle acque di Sales-nebulizzazione — Sales-bibita — Sales-inalazione N. 3 — Salsomaggiore Terme Magnaghi N. 14 B. — Salsomaggiore Terme Magnaghi inalazioni N. 3 — Salsomaggiore Acqua madre per inalazioni N. 3 — Salsomaggiore acqua madre per bagni 32° B. avevano un peso uguale a quello dell'aria.

La NEBBIA DELL' ACQUA DISTILLATA pesava 1 decigramma = quella di S. PELLEGRINO 2 decigrammi = quella di SANGEMINI 3 decigrammi = quella di RONCEGNO 2 decigrammi e 1/2 = quella di TABIANO 1 decigramma e 1/2 = quella di MONTALFEO 3 decigrammi più del peso dell' aria.

Dalle cifre sopra esposte risulta che le nebbie formate con acqua salina pesano meno delle nebbie ottenute colle altre acque minerali e coll'acqua distillata.

ESPERIENZA VIII.

Volume - Forma - Durata delle diverse nebbie. libere nell' atmosfera, ottenute con Aria compressa

Per queste esperienze mi sono servito del microscopio solare il quale proiettava su uno schermo l' immagine di una divisione di un decimo di millimetro della dimensione di 16 m m. e dava cioè un ingrandimento di 160 diametri. Le nebbie furono ottenute con un apparecchio di nebulizzazione ad aria compressa alla pressione costante di un atmosfera e con uno sforzo di aspirazione dei liquidi uguale. Esse venivano spinte contro un porta oggetti da microscopio. accuratamente pulito e asciugato alla fiamma, posto esattamente a fuoco del microscopio solare. All' inizio dell' esperienza si vedevano apparire sullo schermo delle piccole macchie di colorito, forma, dimensione diverse, le quali subivano delle modificazioni che variavano a seconda della qualità del liquido nebulizzato.

La nebbia formata coll'ACQUA ARSENICALE DI RONCEGNO, appariva sullo schermo sotto forma di piccole macchie rotonde del diametro apparente di 1 m m. (6 micron) di un colorito grigio chiaro. Dopo un istante scomparivano residuando sullo schermo un piccolo cerchiello del diametro di 1/2 m m. il quale durava più a lungo. Spostando lentamente nei due sensi l' obbiettivo del microscopio, l' aspetto dei piccoli cerchi non si modificava solo si rendeva più o meno evidente il contorno tondeggiante. Trascorsi 30 o 40 secondi, anche i piccoli cerchielli scomparivano lasciando la superficie dello schermo di colore bianco uniforme.

La nebbia ottenuta coll' Acqua alcalina di Sangemini si comportava in un modo simile a quello descritto nella prima parte della osservazione fatta coll' Acqua di Roncegno. Le piccole macchie però non lasciavano, dopo la loro fugace apparizione, alcuna traccia sullo schermo e, al cessare del getto della nebbia, esso appariva bianco uniforme.

Coll' acqua distillata si otteneva una nebbia che proiettava sullo schermo l' immagine di piccole macchie uniformi del diametro apparente di 1/2 m/m. (3 micron) di colorito grigio molto pallido; esse duravano un istante e non lasciavano traccia alcuna

In modo diverso vidi comportarsi le nebbie ottenute colle Acque saline.

Colle acque di Salsomaggiore delle Terme Magnaghi adoperate per bagni, ripetutamente filtrate, del peso specifico di 14 Beaumé, produssi la nebbia, che proiettata sul vetrino del microscopio solare vi restava aderente. Lo schermo era coperto da numerose macchioline di colorito un po' nerastro, con lieve alone lucente; spostando lievemente l' obbiettivo, vedeve le piccole macchie assumere una forma sferica e presentavano, con movimenti della vite micrometrica, i cambiamenti dei riflessi luminosi che si vedono all' esame microscopico delle goccie d' acqua. Le goccie avevano [illegible] diverse dimensioni e cioè: 1/3, 1/2 e 1 m/m. di diametro [illegible] micron 3 micron, 6 micron). Il maggior numero era [illegible] dalle goccioline di 1/3 e di 1/2 m/m., e quelle di 1 m/m. si potevano considerare come la fusione di 2 gocciole di 1/2 m/m. Alcune di queste difatti avevano la forma a 8.

Le goccioline rimanevano visibili e immutate per un tempo che superava i 15 minuti primi oltre il qual limite dovetti sospendere l' esperienza.

Ripetei l' esperienza con *acqua madre* di Salsomaggiore per bagni della densità di 32 Beaumé. La nebbia si comportò nello stesso modo descritto nella precedente esperienza; le goccioline forse erano un po' inferiori di volume e più uniforme; 1/2 m/m. (3 micron) Questa nebbia fu tenuta in osservazione per lungo tempo e non mi fu dato osservare alcuna modificazione nella forma e nell' interno delle goccie, per quanto il calore emanato dal raggio solare, che attraversava l' apparecchio fosse rilevante, pure non osservai fatti

di evaporazione nè vidi formarsi alcuna forma cristallina. Alla periferia dello schermo le goccioline presentavano una forma quadrata con angoli accuminati; questo fatto era dovuto a un effetto ottico; difatti spostando il vetrino porta oggetti, e portando nel centro del campo luminoso le macchie di forma quadrata, si vedeva che esse assumevano la forma sferica. Dopo trascorse 4 ore dalla preparazione della nebbia, sottoposi all' esame microscopico lo stesso vetrino porta oggetti, e vidi che l' immagine della nebbia non si era modificata.

Senza ripetere la descrizione delle esperienze fatte cogli altri liquidi, dirò riassumendo che le Acque solfidriche di Tabiano e Monte alfeo si comportano allo stesso modo descritto per l' acqua di Roncegno.

Le acque di S. Pellegrino = Wichy Celestins formano nebbie di forma e durata uguale a quelle descritte per la nebbia dell' acqua di Sangemini.

Le acque di Sales per inalazioni N. 3 = Sales per nebulizzazione 6 Baumé = le Acque Terme-Magnaghi N. 3 e Acqua Madre N. 3 formano delle nebbie che si comportano come le nebbie ottenute dalle acque saline, Magnaghi 14.

Le nebbie ottenute coll' aria compressa, hanno dei diametri reali che variano quindi da 2. 3. 6 micron. La forma sferica delle gocciole è conservata per un tempo molto vario; alcune proiettavano delle immagini tanto fugaci da poterle paragonare alle goccie di acqua che cadono sopra una superficie liquida piana: appena si scorgeva sullo schermo il punto colpito dalla goccia, tosto l'immagine scompariva non lasciando alcuna traccia sulla superficie bianca dello schermo. Le misurazioni esatte erano possibili quindi solo nelle acque saline e di queste si poterono seguire tutte le modificazioni di forma che si manifestavano collo spostamento dell'obbiettivo, e come pure calcolare il tempo durante il quale la goccia restava immutata. Queste osservazioni ci permettono di stabilire quali sieno i liquidi che più facilmente possono essere introdotti nelle vie del respiro e come quelli che formano gocciole che hanno minore volume e maggiore durata, possono giungere sino agli alveoli polmonari anche se urtano contro le mucose rivestenti le prime vie respiratorie.

ESPERIENZA IX.

Volume - forma e durata delle diverse nebbie libere nell'atmosfera, ottenute con un getto di vapore acqueo

Il liquido suddiviso da un getto di vapore acqueo veniva spinto in un cilindro metallico ove le gocce più grosse precipitavano sul fondo, mentre le più fine venivano sollevate in alto dal getto del vapore ed uscivano da un foro, praticato alla parte superiore del cilindro, sotto forma di una sottile nebbia. La temperatura della nebbia indicata dal termometro che occupava la parte centrale del cilindro oscillava dai 45 ai 50 gradi, la pressione del vapore era di poco superiore ad una atmosfera. La nebbia veniva spinta contro il vetro porta oggetti del microscopio solare che dava un ingrandimento di 160 diametri.

La nebbia dell' Acqua distillata faceva comparire sullo schermo l'immagine di piccole macchie tondeggianti del diametro apparente di 3 m m. (18 micron) le quali confluivano in macchie più grandi e rapidamente scomparivano.

L' Acqua di S. Pellegrino formava delle macchie del diametro di 4 o 5 m m. (20 30 micron) che tosto svanivano.

La nebbia dell'Acqua di Monte alfeo si presentava sotto forma di piccole goccie irregolari da 3 a 6 m m. pari a 18 36 micron di diametro; esse lentamente si riducevano di volume e nell'interno si formavano degli ammassi di circa 1 3 m m. di aspetto granulare di guisa che la goccia somigliava a un lampone. Le piccole masse sferiche che riempivano la goccia assumevano la forma di piccoli punti neri, indi scomparivano lasciando lo schermo di color bianco uniforme.

La nebbia di Acqua di Sales per nebulizzazione 6 Beaumé copriva lo schermo con piccole goccie uniformi da 2 m m. di diametro apparente, pari a 12 micron, non confluivano e lentamente andavano riducendosi di volume per poi scomparire.

La nebbia di Acqua di Sales N. 3 si presentava costituita da goccioline di un diametro di 1 mm. e 1,2 (9 micron); esse confluivano tosto in grande isole da 1/2 e 1 cm. di dia-

metro di forma irregolare, con un contorno azzurro: la scomparsa totale dell'immagine era molto lenta.

Le nebbie ottenute colle Acque Terme Magnaghi N. 3 = Acqua Madre N. 3 si comportavano come la nebbia di Acqua di Sales N. 3.

La nebbia ottenuta coll'Acqua Madre a 32 Beaumé presenta subito all'inizio gocciole più grosse delle precedenti. cioè da 2 a 2 1/2 mm. (12 o 15 micron); esse restano isolate per lungo tempo e dopo circa 30 minuti primi si vedono comparire all'interno delle goccioline, di forme irregolari svariate, cristalline.

La nebbia formata coll'Acqua di Roncegno si presentava con gocciole del diametro di 1 o 2 mm. (6 o 12 micron) le quali urtando contro il vetro, assumevano forme diverse o di un punto da cui partiva una striscia di forma triangolare, o di un punto che assumeva una forma semilunare colla convessità rivolta in basso iridescente. Queste goccie rapidamente confluivano per poi lentamente scomparire senza lasciare alcuna traccia.

Le su esposte osservazioni lasciano concludere che le nebbie ottenute col getto di vapore hanno un volume molto superiore a quelle prodotte con getto di aria: queste nebbie tendono in generale a confluire, e cioè perdono la loro forma sferica, per cui è molto difficile che esse possono giungere allo stato di piccole goccie fino alle ultime diramazioni bronchiali. Ciò è dovuto non tanto al loro diametro più grande, quanto alla facilità che queste gocciole hanno di perdere la loro forma sferica, al contatto delle pareti del canale tracheo-bronchiale che devono percorrere, per la diminuita tensione superficiale delle gocciole dovuta al calore e al vapore acqueo commisto. Anche con questo mezzo di suddivisione dei liquidi, le soluzioni saline danno nebbie più piccole e mantengono la loro forma sferica più a lungo delle nebbie formate dalle altre acque.

ESPERIENZA X.

Stato igrometrico delle diverse nebbie ottenute col polimetro di Lambrecht

Il Polimetro di Lambrecht è una combinazione del termometro e dell' igrometro e si compone quindi di due istrumenti uniti sulla medesima montatura in bronzo fosforizzato inossidabile. Il termometro adattato alla parte superiore porta una doppia graduazione; a sinistra la scala di un termometro centigrado da + 40° a — 25° a destra un' altra scala esprimente in millimetri di Hg la tensione del vapore di acqua alla temperatura letta sulla scala di sinistra. L' igrometro a fasci di capelli, è in comunicazione, mediante un braccio di leva, con un indice che scorre su un quadrante situato alla parte inferiore dell' apparecchio. Questo come il termometro è munito di una doppia scala: in basso la divisione esprimente l'umidità relativa; in alto le cifre corrispondenti al grado igrometrico.

Il polimetro, come apparecchio di misura del grado igroscopico degli ambienti, venne da me preferito e per la facilità di maneggio e per i molteplici dati che si possono ricavare senza fare molti calcoli. Difatti è possibile con una sola misurazione avere l'umidità relativa, il grado igrometrico, il punto di rugiada, la tensione massima del vapore acqueo, in mm. di mercurio, e la tensione reale. Per facilitare le diverse misurazioni ho racchiuso il polimetro in una cassetta di vetro di 2 decimetri cubi di capacità e col mezzo di un foro praticato nel coperchio spingevo nella scatola le diverse nebbie che ottenevo col solito apparecchio di nebulizzazione ad aria compressa, già descritto e che funzionava alla pressione di 2 atmosfere per un periodo di 1 minuto primo e mezzo. Man mano che la nebbia si accumulava nella scatola, l' indice andava lievemente spostandosi e, trascorso il tempo indicato, segnava le cifre corrispondenti all'umidità relativa, e al grado igroscopico; leggevo sul termometro annesso all' apparecchio sulla scala di sinistra la temperatura ambiente e sulla scala di destra la tensione massima del vapore in millimetri di mercurio corrispondente a questa temperatura.

Per conoscere il punto di rugiada sottraevo dalla temperatura il grado igrometrico e per avere la tensione reale moltiplicavo l'umidità relativa per la tensione massima e dividevo il prodotto per cento. Per esempio l'acqua di Tobiano che segna alla temperatura di 20° un grado igrometrico 0.6 ha un punto di rugiada di 19.4. La stessa acqua con 97° di umidità relativa ed una tensione massima di 17,6 ha una tensione relativa di 17,7 $= \frac{97 \times 17.6}{100.}$ I dati ottenuti dalle mie osservazioni sono riassunti nella seguente tavola.

Grado igrometrico dei liquidi sotto indicati

Acque	Densità	Temperatura ambiente	Umidità relativa	Grado igrometrico	Punto di rugiada	Tensione massima del vapore acqueo in m. m. di Hg.	Tensione reale in m. m. di Hg.
Acqua distillata	1000	22,3	97	0,6	21,4	20 +	19,4
S. Pellegrino	1000	22	98	0,4	21,6	20	19.6
Sangemini	1000	22,3	99	0,2	21,8	20 +	19,8
Wichy Celestins	1090	22.3	96	0,3	21,2	20 +	19.2
Roncegno	1000	21	99	0,2	19,8	19 —	18,8
Tabiano	1009	20	97	0.6	19,4	17.6	17.07
Monte Alfeo	1000	20,7	97	0,6	20,1	19.5	18,91
Sales Nebulizzaz.	1042	21	93	1,2	19.8	18,9	17,57
« Bibita	1034	21	94	1,	20	19.9	17,76
« N. 3	1012	21	95	0,9	20.1	18,9	17.76
Magnaghi 14° B°	1110	23.3	83	3	20,3	21,6	17,92
« N. 3	1010	22.7	93	1,2	21,5	20.7	19,25
Acqua Madre N. 3	1020	22,5	94	1	21.5	20,5	19,27
« « 32 B.	1282	22,7	69	5,6	17,1	20,7	14,28

Dalle cifre sopra esposte si può ricavare che

1) Il grado di umidità relativa delle nebbie è in ragione inversa colla densità dei liquidi.

2) Che l'umidità relativa è più elevata delle nebbie ottenute coi liquidi alcalini in confronto di quella ottenuta coi liquidi salini.

3) Il grado igrosmetrico è in ragione inversa della umidità relativa.

ESPERIENZA XI.

Confronto fra le diverse nebbie ottenute con aria filtrata e non filtrata da liquidi a temperatura diversa in ambienti chiusi.

Le nebbie vennero prodotte con quattro pispen racchiusi in una campana di vetro, con coperchio a chiusura ermetica, entro la quale l'aria compressa a 3 atmosfere, polverizzava il liquido che occupava la parte inferiore della campana. La nebbia formatasi usciva da un tubo, saldato sul coperchio, che la conduceva in un pallone della capacità di 5 litri. Il vetro del pallone, che veniva lavato con acido solforico indi ripetutamente con acqua distillata e ben ascingato, si presentava trasparente e terso.

Riempito il pallone con un getto costante di nebbia per 4 minuti primi, questo veniva chiuso ermeticamente con un tappo di sughero paraffinato ed era lasciato nella temperatura ambiente. Sul fondo del pallone venivano collocati dei vetrini porta oggetti per poter poi procedere all'esame microscopico dei depositi. Le esperienze furono diverse e ripetute varie volte. Si adoperò nella produzione della nebbia dell'aria non filtrata e filtrata attraverso una scatola di vetro della capacità di 6 decimetri cubi contenente del cotone e si osservò la durata di sospensione, la densità, il deposito sulle pareti e il deposito sui vetrini porta oggetti. I risultati ottenuti dalle diverse acque, sono riassunti nella seguente tavola.

Nebbie ottenute coi liquidi sotto indicati	Qualità dell' aria	Densità della nebbia	Durata di sospensione della nebbia	Aspetto del deposito sulle pareti dei palloni vuotati	Esame microscopico dei depositi formati sul vetrino porta oggetti eseguito 48. 72 ore dopo che la nebbia era formata.
Acqua madre Salso maggiore 32° Beaumé	non filtrata	Nebbia, molto visibile	Ore 2 1/2	Fine rugiada untuosa — il vetro del pallone presenta un aspetto come fosse finemente smerigliato.	Piccole masse fortemente rifrangenti la luce, di forma irregolare, granuli colorati in grigio diametro da 2 e 12 micron. Numerosi cristalli rettangolari. Molte impurità — durata essicamento 3 giorni.
	filtrata	idem	Ore 3	Rugiada più minuta — aspetto delle pareti col pallone uguale alla precedente prova	Cristalli diversi più piccoli regolarmente disposti, granuli molto igroscopici, poche impurità, durata essicamento 3 giorni.
Acqua solfidrica di Tabiano	non filtrata	visibile	Ore 2 1/2	Fine rugiada non untuosa opacamento della parete appena visibile.	Cristalli numerosi molto grandi a forma di busta da lettere o poliedrici, cristalli dendritici a pettine a sega, pochi granuli, molte impurità — durata essicamento 2 giorni.
	filtrata	idem	Ore 3	Rugiada più minuta, opacamento del vetro uguale al precedente.	Dimensioni dei cristalli più piccoli della metà. Contorni molto netti - forme dendritiche scarse - non impurità - essicamento 2 giorni.
Acqua Sales N. 3	non filtrata	meno visibile della precedente	Ore 2 1/2	Fine rugiada non untuosa, opacamento del vetro visibile.	Cristalli grossi a forma irregolare poliedrici a croce a pettine forme dendritiche numerose, scarsi granuli, molte impurità - essicamento 2 giorni.
	filtrata	idem	Ore 3	Rugiada più minuta, opacamento vetro visibile.	Cristalli poliedrici in campi nettamente divisi - regolarissimi angoli e lati molto netti, quantità e volume cristalli minore, non si vedono impurità — essicamento 2 giorni.
Acqua Roncegno	non filtrata	poco visibile	Ore 2	Rugiada fine, vetro trasparente, solo piccolissime macchie con lieve tinte polvere di caffè.	Mancano forme dentritiche e poliedriche, solo granuli minutissimi che hanno forma di aghi e bastoncini microscopici alcuni lunghi con ingrossamento alla parte centrale altri cortissimi, molta impurità — essicamento in 2 giorni.
	filtrata	idem	Ore 2 1/2	Rugiada più fine, vetro quasi trasparente, non si formano macchie.	Notevole prevalenza degli aghi lunghi - non impurità, essicamento 2 giorni.
Acqua S. Pellegrino	non filtrata	appena visibile	Ore 1	Rugiada fine, vetro trasparente, piccolo macchie minute di colore più spiccato da quelle dell'acqua di Roncegno.	Aghi corti e fini. Granuli in grande prevalenza scarse impurità, essicamento in 1 giorno e mezzo.
	filtrata	idem	Ore 1 1/2	Rugiada fine, vetro quasi trasparente.	Solo scarsi granuli — essicamento 1 giorno e mezzo.

Dall' esame della tavola risulta :

1) che la filtrazione dell'aria non modifica nè la densità nè la durata di essicamento della rugiada aderente alle pareti interne del pallone.

2) Le acque saline danno una nebbia più visibile e di maggior durata di sospensione nell' aria.

3) che la rugiada depositata sulle pareti di vetro è più piccola nei palloni contenenti nebbie ottenute con aria filtrata.

4) che i cristalli depositati nei granuli variano a seconda della qualità dei liquidi, e compaiono solo a deposito essicato.

5) che i depositi delle nebbie ottenuti con aria filtrata contengono minori impurità ed i cristalli oltre all'avere una forma geometrica più pura, hanno anche dimensioni minori.

6) che la durata di sospensione delle nebbie negli ambienti chiusi, è molto minore di quella delle nebbie che si raccolgono in ambienti grandi nei quali continua a funzionare la corrente dell' aria compressa.

7) che le nebbie chiuse in piccoli ambienti formano sulle pareti un deposito liquido che non si osserva nelle camere di nebulizzazione ove l'aria compressa spiega un'azione igroscopica.

ESPERIENZA XII.

Osservazioni fatte sulla nebbia ottenuta dall' acqua madre di Salsomaggiore 32 Beaumé in recipienti chiusi e aperti a temperatura e pressione variabili

Avendo constatato che la nebbia ottenuta coll' Acqua madre di Salsomaggiore 32 Beaumé forma una nebbia molto più opaca delle altre, ho voluto osservare come essa si comportava modificando la temperatura del liquido da nebulizzare e la temperatura dei palloni entro il quale la nebbia veniva racchiusa. La nebbia veniva prodotta colle modalità descritte nell' esperienza undecima. Nella prima serie di prove, la campana entro la quale si generava la nebbia, veniva immersa nell' acqua calda a 75 gradi di modo che essa usciva dal tubo alla temperatura di 50 gradi. Il pallone raccoglitore della nebbia era alla temperatura ambiente.

Nella seconda serie di prove il liquido generatore della nebbia era alla temperatura ambiente, mentre invece variava la temperatura dei tre palloni in cui la nebbia veniva raccolta.

il primo era tenuto alla temperatura ambiente 28 gradi,
il secondo era immerso nell' acqua calda a 75 gradi,
il terzo invece in una miscela frigorifica a 5 gradi.

Nelle terza serie di prove l' aria veniva fatta passare lungo un tubo di vetro del diametro di 12 m/m. lungo m. 1,50 piegato ad angolo ottuso a circa 1 metro dal punto di entrata della nebbia. Al foro di uscita era applicato un termometro a mercurio, racchiuso in una custodia a croce che segnava la temperatura della nebbia liberamente fluente. La temperatura ambiente era 29 gradi ; la nebbia segnava lo stesso grado e il tubo non presentava alcuna traccia di deposito di rugiada. Con una lampada ad alcool riscaldavo il tubo per una lunghezza di circa 90 cm. e la temperatura della nebbia saliva gradatamente sino a 55 gradi. La densità della nebbia che fluiva dal tubo non era modificata in confronto a quella ottenuta alla temperatura ambiente, ed il tubo si mantenne internamente asciutto.

Facendo scorrere sulla parete esterna del tubo della garza imbevuta in etere solforico, feci discendere la temperatura della nebbia a 19 centigradi e vidi che la nebbia andava a poco a poco perdendo della sua densità, mentre sulle pareti interne del tubo si depositavano delle piccolissime goccioline di rugiada.

Nella quarta serie di prove volli esperimentare l' azione della variazione di pressione sulla durata della nebbia. A tale scopo riempii dei palloni formati da sottili fogli di gomma entro i quali spingevo la nebbia sino a ottenere una certa dilatazione del pallone. Chiuso ermeticamente il tubo di accesso, il pallone di gomma veniva chiuso in un bottiglione di vetro nel quale praticavo il vuoto. Il pallone di gomma lentamente aumentava di volume e quando esso aveva raggiunto un volume doppio di quello che presentava all' inizio della prova, cessava l' aspirazione e lasciavo entrare ancora l' aria atmosferica, di guisa che il pallone riacquistava il volume primitivo. Facendo effluire il contenuto del pallone usciva ancora della nebbia ben visibile. Per studiare il modo di comportarsi della nebbia sotto l' azione di una pressione aumen-

tata, ponevo in una campana chiusa ermeticamente un pallone di gomma contenente nebbia, indi aumentavo la pressione nella campana di vetro; il pallone lentamente diminuiva di volume ed alla pressione di un' atmosfera e mezza era ridotto a un terzo. Col ritorno della pressione ordinaria il pallone riacquistava il volume primitivo e facendone uscire il contenuto esso aveva ancora la forma di nebbia e le pareti interne del pallone di gomma erano o asciutte o leggermente umettate a seconda del grado raggiunto dalla pressione.

Entro una robusta campana di vetro ermeticamente chiusa munita di manometro e di un tubo di accesso, con rubinetto, ho spinto della nebbia sino a che il vaso aveva assunto una tinta leggermente grigia. Collo stesso tubo introducevo nella campana dell' aria compressa sino a che il manometro aveva raggiunto un' atmosfera e mezza di pressione. La nebbia, man mano che la pressione aumentava, si faceva sempre più trasparente e arrivavo ad un punto che sembrava che la nebbia fosse scomparsa; all' aprire del rubinetto e col ristabilimento della pressione atmosferica, la campana di vetro riacquistava rapidamente un color bianco lattiginoso che durava pochi istanti, per poi presentare il colore leggermente grigio che aveva prima di subire la pressione.

Dalle prove su esposte si può dedurre

1) che l' aumento della temperatura sia del liquido polverizzato come dell' ambiente ove viene chiusa la nebbia, favorisce la opacità di questa e che allorquando il recipiente ritorna alla temperatura ambiente si formano sulle pareti numerose goccioline di rugiada grossolana e abbondante.

2) che il raffreddamento dei recipienti ove la nebbia viene racchiusa, o dei canali attraverso i quali essa passa, contribuisce alla formazione rapida di rugiada sulle pareti; la nebbia è più trasparente di quella ottenuta alla temperatura ambiente.

3) che la modica diminuzione della pressione atmosferica nell'ambiente, entro il quale è contenuta la nebbia chiusa in un globo a pareti elastiche, non altera la struttura della nebbia.

4) che un aumento di pressione sulle pareti di un globo a pareti elastiche contenenti nebbia, e in un recipiente riempito di nebbia non altera la struttura sferica delle goccioline liquide costituenti la nebbia.

Nebbie ottenute con Acqua Madre di Salso Maggiore e 32 B. in recipienti chiusi e aperti a temperatura e pressione variabili.

	Nebbia in recipienti chiusi					Nebbia in recipienti aperti		
	1ª prova. Liquido nebulizzato		2ª prova. Pallone vetro			3ª prova. La nebbia passa per un tubo di vetro		
	Caldo 75°	Temp. ambiente	Temp. ambiente	Riscaldato 55	Raffreddato 5°	T. ambiente	Riscaldato	Raffreddato
Opacità o Densità	Molto densa	densa	molto densa	densità che aumenta col calore	poco densa	densa	densa	meno densa
Durata di sospensione	3 ore	2 ore	2 ore $^1/_2$	3 ore	2 ore	—	—	—
Deposito sulle pareti dei recipienti.	abbondante rugiada fine.	finissima rugiada	Rugiada molto fine che si essica in 3 giorni. Il vetro assume aspetto di lieve smerigliatura.	Rugiada non molto fine ma abbondante che si vede dopo raffreddamento a temperatura ambiente. Si essica dopo 3 giorni, il vetro ha aspetto di lieve smerigliatura.	Rapida formazione di rugiada sulla parete uniforme. Portato a temperatura ambiente si suddivide in minute goccioline che si essicano dopo 3 giorni. Il vetro assume aspetto di lieve smerigliatura.	Nessun deposito sulla parete.	Nessun deposito sulla parete	Deposito di goccioline di rugiada.

4ª prova. Modificazioni della nebbia sottoposta all' aumento ed a una diminuzione della pressione atmosferica.

	Pressione aumentata di 1 atmosfera e $^1/_2$	Ritorno alla pressione atmosferica	Pressione diminuita di circa 20 gradi del vuotometro Boudemberg	Ritorno alla pressione atmosferica
Nebbia chiusa in palloni di gomma.	Volume del pallone ridotto a $^1/_3$ del primitivo.	Il pallone riacquista il volume e la tensione iniziale. La nebbia che esce è ancora visibile.	Il volume del pallone aumenta quasi del doppio.	Il pallone riacquista il volume e la tensione quasi normale. La nebbia che esce è visibile.
Nebbia chiusa in un vaso di vetro.	Coll'aumento di pressione la densità della nebbia diminuisce poi scompare.	Per un istante la densità della nebbia aumenta moltissimo indi ritorna alla densità primitiva.		